

11 КЛАСС**РАЗДЕЛ - 4****РАЗДЕЛ - 4****КВАНТОВАЯ ФИЗИКА****СОДЕРЖАНИЕ 4-го РАЗДЕЛА**

№ блока	Название блока	№ ОК	Параграфы учебника	«Повторим теорию»	Стр.
Блок 11	Световые кванты	52 - 56	§87 – 92	Лист – 11	2 - 8
Блок 12	Атомная физика	57 - 61	§93 – 96	Лист – 12	9 - 15
Блок 13	Физика атомного ядра. Элементарные частицы	62 - 67	§97 - 115	Лист - 13	16 - 24

Сокращения и обозначения:

№ОК – номера опорных конспектов в данном пособии;

Параграф учебника – параграфы учебника « Физика – 11 класс – классический курс – Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский»;

«Повторим теорию» - листы с вопросами для уроков «Повторим теорию»;

Стр. – номера страниц данного пособия

РАЗДЕЛ-4**БЛОК - 11****БЛОК-11****СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ**

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 3
ОК – 11.4.52	3	§87	1 - 5
1.Основные положения квантовой физики			
2.Явление фотоэффекта			
ОК – 11.4.53	4	§87	6,7
1.Законы фотоэффекта			
2.Красная граница фотоэффекта			
ОК – 11.4.54	5	§88,89	8 - 12
1.Уравнение Эйнштейна			
2.Основные свойства фотона.			
3.Основные характеристики фотона			
ОК – 11.4.55	5	§90	13 - 24
1.Фотоэлементы с внешним фотоэффектом			
2.Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом			
ОК – 11.4.56	7	§91,92	25 - 35
1.Давление света			
2.Химическое действие света			

ОК – 11.4.52

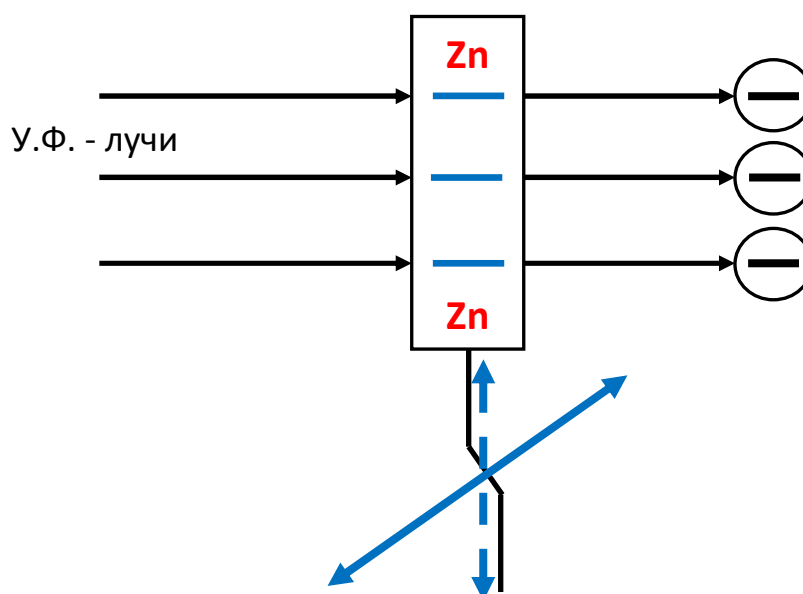
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

1900г. (нем.) – Макс Планк

1. Свет может излучаться, распространяться и поглощаться только отдельными порциями - квантами;
2. Энергия кванта $E = h\nu$, где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж * с – постоянная Планка;
3. Интенсивность света зависит от плотности потока фотонов и их энергии;
4. При взаимодействии с веществом квант полностью поглощается или отражается;
5. Процесс поглощения энергии кванта веществом происходит мгновенно.

ЯВЛЕНИЕ ФОТОЭФФЕКТА

1887г. - Г.Герц

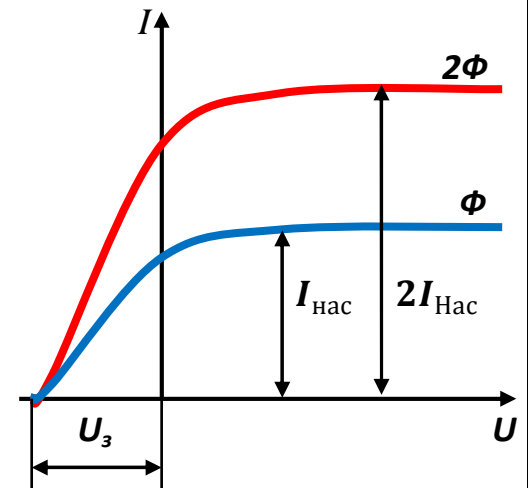
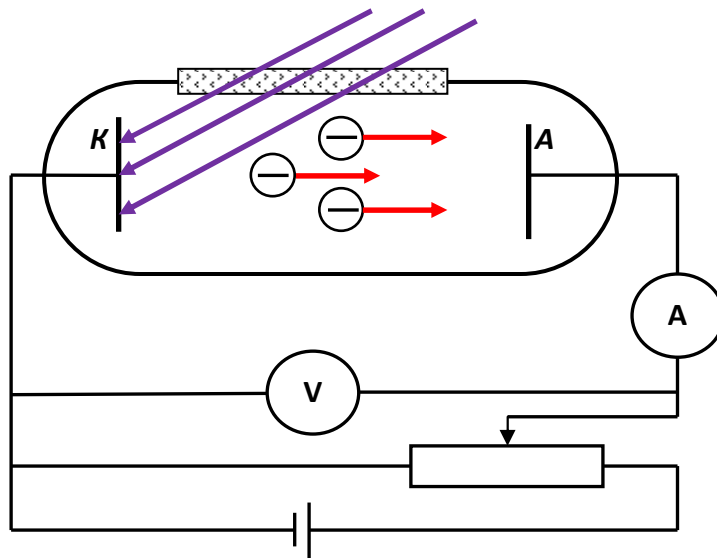


Явление испускания электронов веществом под действием падающего светового потока называется **внешним фотоэффектом**

ОК – 11.4.53

ЗАКОНЫ ФОТОЭФФЕКТА

1888г. – А.Г. Столетов



1 закон - Фототок насыщения прямопропорционален световому потоку.

2 закон - Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности излучения и определяется только его частотой.

$$\text{если } U = U_{\text{зап.}} \text{ то } I = 0$$

$$\text{ЗСЭ} - E_{\text{к}} = A = \frac{m_e V^2}{2} = eU_{\text{зап.}}$$

Минимальная частота волны для каждого вещества, при которой наблюдается фотоэффект, называется **красной границе фотоэффекта**

3 закон – Красная граница фотоэффекта определяется только материалом электрода и не зависит от интенсивности излучения.

4 закон – Фотоэффект практически безынерционен

УРАВНЕНИЕ ЭЙНШТЕЙНА

$$h\nu = A_{\text{ВЫХ}} + \frac{m_e V_{\text{max}}^2}{2}$$

Энергия порции света идёт на совершение работы выходы (т.е. работы, которую нужно совершить для извлечения электрона из металла) и на сообщение электрону кинетической энергии

Условие существования фотоэффекта

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{A_{\text{ВЫХ}}}; \quad \nu_{\text{min}} = \frac{A_{\text{ВЫХ}}}{hc}$$

Основные свойства фотона

- Фотон** (от др.гр. «свет») — элементарная частица, квант электромагнитного излучения
- является частицей электромагнитного поля,
 - движется со скоростью,
 - существует только в движении,
 - масса покоя равна нулю.

Основные характеристики фотона

Энергия фотона	$E = h\nu = \frac{h\omega}{2\pi}$
Масса фотона	$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$
Импульс фотона	$P = mc = \frac{h\nu}{c^2} * c = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

Дуализм свойств света

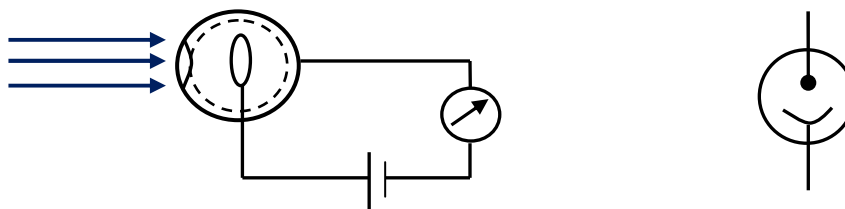
фотон – взаимодействие с веществом

волна – распространение света

ОК – 11.4.55

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЭФФЕКТА

1. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом

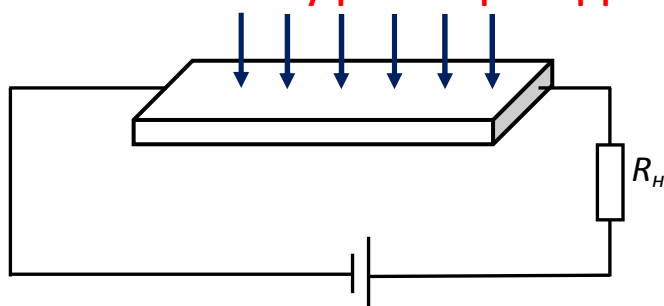


Достоинства: *безынерционность, пропорциональность силы фототока и интенсивности излучения.*

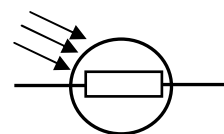
Недостатки: *слабый ток в цепи, слабая чувствительность к длинноволновому излучению, хрупкость, сложность изготовления.*

Применение: *световая сигнализация, освещение на улицах, прессы, типография, звуковое кино.*

2. Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом



Фотосопротивление - п/п прибор, сопротивление которого зависит от освещенности

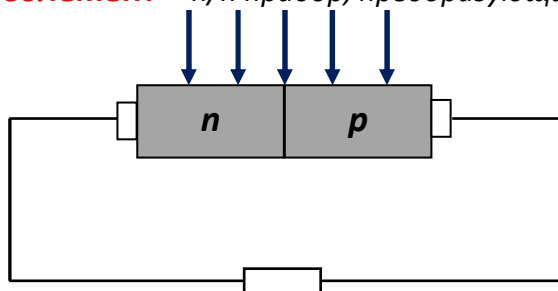


Достоинства: *высокая фоточувствительность, большой срок службы, малые размеры, простота изготовления, возможность выбора для нужного интервала длин волн.*

Недостатки: *зависимость сопротивления от температуры, отсутствие прямой пропорциональности между силой тока и интенсивностью освещения, влияние на величину сопротивления окружающей среды, инерционность.*

Применение: *автоматическое управление электрическими цепями с помощью световых сигналов*

Фотоэлемент – п/п прибор, преобразующий световую энергию в электрическую.



Применение:

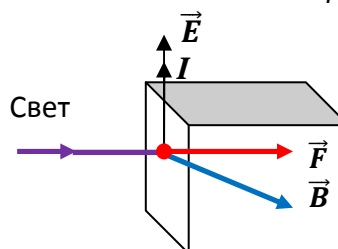
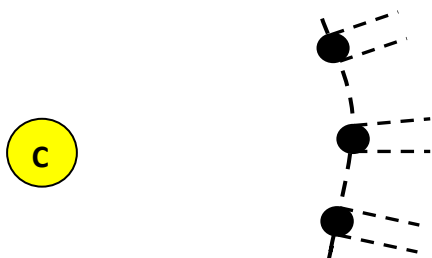
- солнечные батареи,
- люксометры,
- фотоэкспонетры

ОК – 11.4.56

ДАВЛЕНИЕ СВЕТА

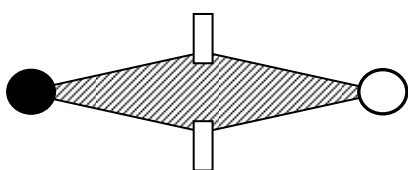
1619г. –И.Кеплер –наблюдал хвосты комет

1864г.- Дж.Максвелл – предсказал на основе электромагнитной теории



Сила Лоренца –
сила светового
давления

1900г. П.Н.Лебедев – измерил давление света



$$P_{\text{света}} = 4,8 * 10^{-8} \frac{\text{Н}}{\text{М}^2}$$

Радиометрический эффект

$$F_{\text{рад}} > F_{\text{св.давл.}} \text{ в } 1000 \text{ раз}$$

Конвекционные силы

$$F_{\text{конв}} > F_{\text{св.давл.}} \text{ в } 10\,000 \text{ раз}$$

Для устранения посторонних сил приняты меры:

- большой сосуд, тонкие крылышки, глубокий вакуум, свет попеременно
- 1903г. – измерено световое давление на газы!** (Внутри звезд!!!)

Опыты П.Н.Лебедева показали:

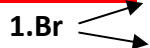
- свет производит давление на поглощающие и отражающие поверхности,
- сила светового давления пропорциональна энергии падающего луча и не зависит от цвета,
- свет обладает массой, импульсом,
- подтвердилась гипотеза Кеплера

ХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА

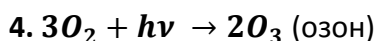
Фотохимические реакции – молекула вещества поглощает фотон

Наиболее активные лучи – синие, фиолетовые и ультрафиолетовые

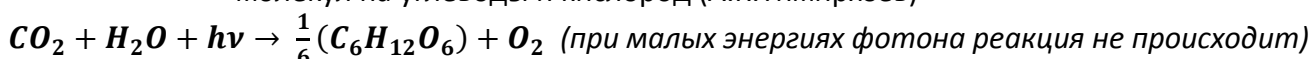
Примеры:



3. Выцветание красок



4. **Фотосинтез** – усвоение растениями углекислого газа из воздуха и расщепление его молекул на углеводы и кислород (А.К.Тимирязев)



Повторим теорию!**СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ**

1. Изложите историю зарождения квантовой физики.
2. В чём заключаются основные положения квантовой теории света?
3. В чём состоит явление фотоэффекта? Когда и кем оно было открыто?
4. Нарисуйте схему установки опыта Герца и объясните в чём суть опыта?
5. Что называется внешним фотоэффектом?
6. Нарисуйте схему опыта А.Г. Столетова и объясните её.
7. Как были установлены законы фотоэффекта? Сформулируйте эти законы. Начертите вольт-амперную характеристику фотоэффекта и объясните её.
8. Напишите формулу Эйнштейна для фотоэффекта и объясните её физическую суть.
9. Дайте объяснение законам фотоэффекта с помощью квантовой физики.
10. Перечислите основные свойства фотона.
11. Назовите основные характеристики фотона.
12. Что понимают под словами корпускулярно-волновой дуализм?
13. Что называют фотоэлементом?
14. Нарисуйте и объясните устройство и принцип работы вакуумного фотоэлемента.
15. В чём достоинства и недостатки вакуумного фотоэлемента?
16. Для каких целей применяют вакуумные фотоэлементы?
17. Что называют внутренним фотоэффектом?
18. В чём принципиальное различие между внешним и внутренним фотоэффектом?
19. Что такое фотосопротивление?
20. Нарисуйте и объясните устройство и принцип работы фотосопротивления.
21. В чём достоинства и недостатки фотосопротивления?
22. Для каких целей применяют фотосопротивления?
23. Нарисуйте и объясните устройство и принцип действия полупроводникового фотоэлемента?
24. Каково назначение полупроводниковых фотоэлементов?
25. В чём состоит гипотеза И. Кеплера?
26. Как на основе электромагнитной теории Дж. Максвелл дал объяснение давлению света?
27. Расскажите об опыте П.Н. Лебедева по измерению светового давления.
28. С какими побочными эффектами П.Н. Лебедев столкнулся в своих опытах, и как он их устранил?
29. Чему равна сила светового давления, приходящаяся на 1 м^2 ?
30. Как объяснить световое давление на основе квантовых представлений о свете?
31. Что показали опыты П.Н. Лебедева?
32. Какие реакции называют фотохимическими, и как они происходят? Какие лучи являются наиболее активными для протекания фотохимических реакций?
33. Приведите примеры фотохимических реакций.
34. Что способствует обеспечению круговорота углерода и кислорода в природе?
35. Что называют фотосинтезом? Какова его роль в жизни Земли?

РАЗДЕЛ-4**БЛОК - 12****БЛОК-12****АТОМНАЯ ФИЗИКА**

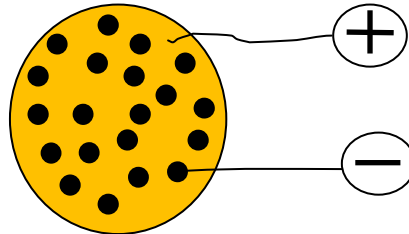
Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 12
ОК – 11.4.57	10	§93	1 - 5
1.Модель атома Дж.Томсона			
2.Опыт Э.Резерфорда			
3.Планетарная модель атома			
4.Объяснение опытов Э.Резерфорда			
5.Противоречия классической механики и модели атома			
ОК – 11.4.58	11	§94,95	6 - 14
1.Постулаты Бора			
2.Модель атома по Бору			
ОК – 11.4.59	12	§97	15 - 18
1.Счётчик Гейгера-Мюллера			
2.Камера Вильсона			
3.Пузырьковая камера			
4.Метод толстослойных фотоэмульсий			
ОК – 11.4.60	13	§98,99	19 - 25
1.Естественная радиоактивность			
2.Три вида лучей			
3.Свойства лучей			
ОК – 11.4.61	14	§100,101,	26 - 35
1.Радиоактивный распад			
2.Закон радиоактивного распада			
3.Механизмы распадов			

ОК – 11.4.57

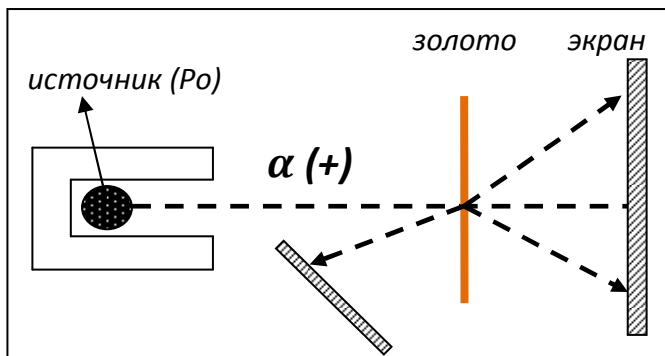
СТРОЕНИЕ АТОМА

1. Модель атома Дж.Томсона -1897г.

«КЕКС»



2. Опыт Э.Резерфорда – 1906 г.



«Снаряды» - α – частицы
На экране – вспышки!

$$V_{\alpha} = 20\,000 \text{ км/с}$$

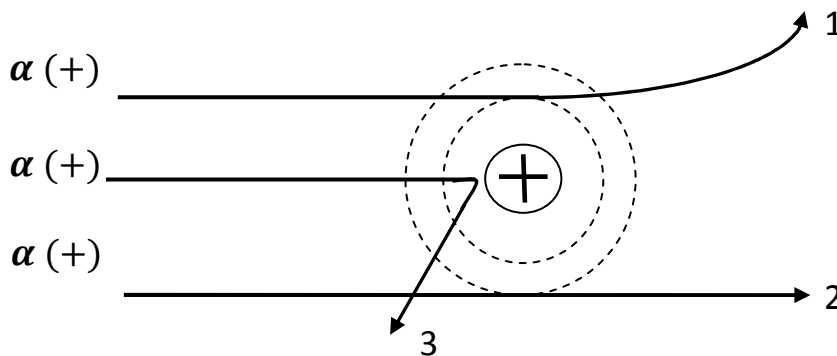
$$q_{\alpha} = 2\bar{e}$$

$$m_{\alpha} = 8000 m_{\bar{e}}$$

Планетарная модель атома

- атом – ядро + электроны
- масса и заряд ядра – 99,4%
- ядро $d = 10^{-15}$ м, атом $d = 10^{-10}$ м
- заряд ядра $q_{\text{я}} = N\bar{e}$

Объяснение опытов



3. Противоречия классической механики и модели атома

1. модель атома неустойчива?
2. Спектр сплошной, а он линейчатый?

ОК – 11.4.58

ПОСТУЛАТЫ БОРА

I постулат – постулат стационарных состояний

Атомная система может находиться только в особых стационарных состояниях, или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия; в стационарном состоянии атом не излучает.

II постулат – правило частот

При переходе из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается один фотон.

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$$

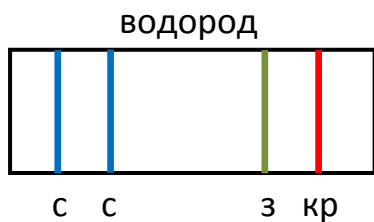
k и n – номера стационарных состояний или главные квантовые числа
 Если $E_k > E_n$, то излучение фотона
 Если $E_k < E_n$, то поглощение фотона

МОДЕЛЬ АТОМА ПО БОРУ

(n=1) → $r = 0,5 * 10^{-10} \text{ м}$, $E = - 13,55 \text{ эВ}$ ($1 \text{ эВ} = 1,6 * 10^{-19} \text{ Дж}$)

$n=1$ – основное энергетическое состояние

$n>1$ – возбужденное состояние ($t=10^{-8} \text{ с}$)

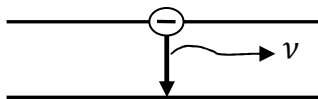


$$\nu_{kn} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$

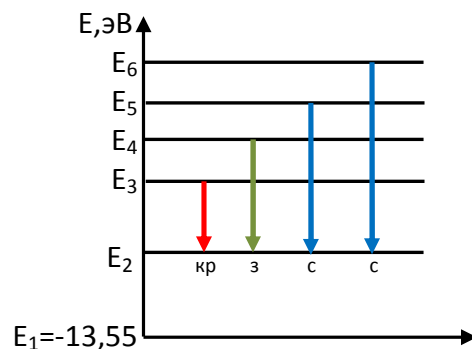
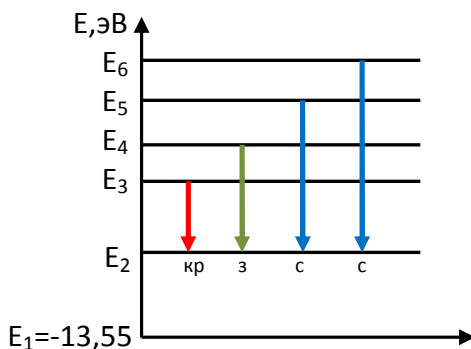
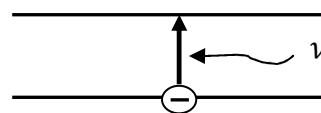
формула Бальмера-Ридберга
 $k=n+1, n+2, n+3, \dots$

$n=1$ -серия Лаймана - ультра
 $n=2$ -серия Бальмера-видимое
 $n=3$ -серия Пашена – инфра
 и т.д.

излучение



поглощение

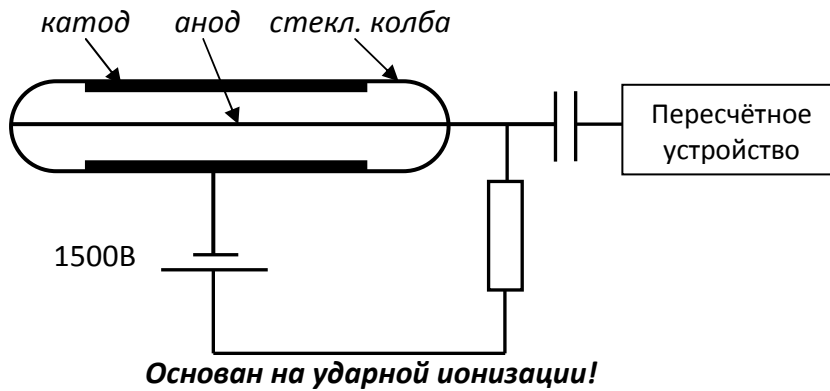


Серия Бальмера

МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТИЦ

ОК – 11.4.59

1. Счётчик Гейгера – Мюллера – 1908 г.



Достоинство:

- эффективность
- время регистр. мало
- точность (10 000 частиц в сек)

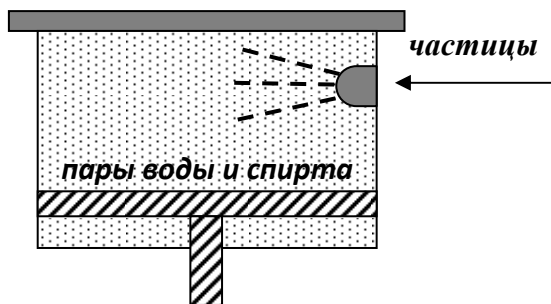
Регистрирует:

- электроны
- γ – кванты

Применяется:

- склады с яд. гор.
- атомоходы, АЭС

2. Камера Вильсона – 1912г.



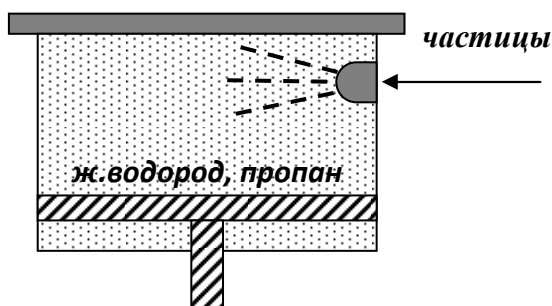
Принцип работы:

Поршень $\downarrow \rightarrow P \downarrow \rightarrow t \downarrow$
Адиабатный процесс-пересыщенный пар
ионы – центры конденсации - треки

- α – частица – сплошной трек
- протоны – тонкий
- электроны – пунктирный

С.Капица, Д. Скобельцин – магнитное поле!

3. Пузырьковая камера – 1952 г. Д.Глейзер



Принцип работы:

Поршень $\downarrow \rightarrow$ Давление \downarrow
перегретая жидкость
ионы – центры парообразования - треки

Время наблюдения больше!

4. Метод толстослойных фотоэмульсий – 1928г. – Мысовский, Жданов

Кристаллики AgBr расщепляются под действием заряженных частиц

Толстые слои – трек длиннее!

1896г. Беккерель открыл радиоактивность

ОК – 11.4.60

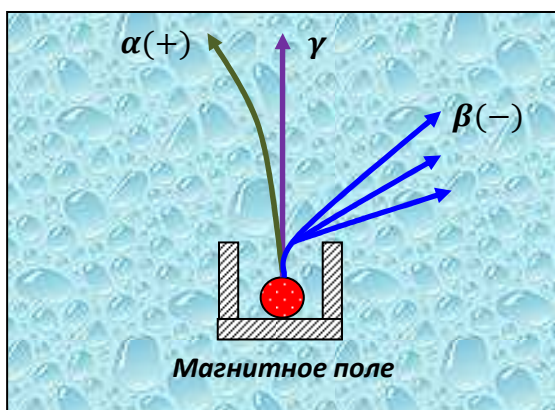
РАДИОАКТИВНОСТЬ

1. Естественная радиоактивность - самопроизвольное превращение атомных ядер с испусканием частиц.

1896г. – А.Беккерель – опыты с ураном (**U**)

1898г. – Мария –Кюри – излучение тория (**Th**)
(открытие полония (**Po**) – «Польша» и радия (**Ra**) – «лучистый»)
Элементы с № > 83 - радиоактивны

2. Три вида лучей.



3. Свойства лучей

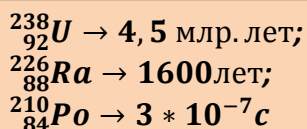
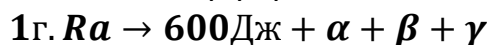
α – лучи	1.поток ядер ${}^2_4\text{He}$ 2. $m = 4$ а. е. м. 3. $q = 2\bar{e}$ 4. $V = 10^7$ м/с 5. бумага – 0,1мм – защита 6. в МП слабо отклоняются	1899г. – Э.Резерфорд
β – лучи	1.поток \bar{e} 2. $V = 10^8 \div 0,999c$ – "пятно размыто" 3. алюминий – 10мм – защита 4. в МП сильно отклоняются	1899г. – А.Беккерель
γ – лучи	1.ЭМВ с $\lambda = 10^{-10} \div 10^{-13}$ м 2. $V = c$ 3. свинец - защита	1895г. – К.Рентген

ОК – 11.4.61

РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД

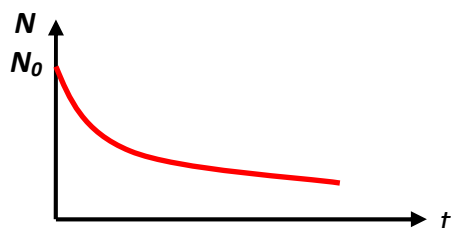
-испускание радиоактивных частиц

1903г Резерфорд и Содди



T – период полураспада (половина ядер)

Закон радиоактивного распада

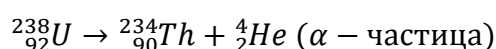
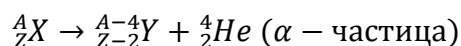


$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$$

Справедлив для большого числа частиц

МЕХАНИЗМЫ РАСПАДОВ

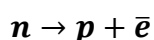
Альфа – распад



Бета – распад



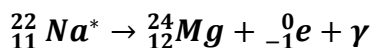
Откуда электрон?



Это естественные радиоактивные превращения

Термина «гамма – распад» не существует

Гамма – излучение



Свойства -кванта

- испускание -кванта не сопровождается распадом атома,
- фотоны -излучения не имеют массы покоя и электрического заряда,
- при прохождении через вещество -кванты очень редко сталкиваются с ядром и электронами,
- энергия -кванта не меняется,
поэтому -излучение обладает **БОЛЬШОЙ ПРОНИКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ**

Распад идет, пока не появится стабильное ядро – Bi или Pb

Блок - 12**Лист - 12****Повторим теорию!****АТОМНАЯ ФИЗИКА**

1. В чём сущность модели атома Томсона?
2. Начертите и объясните схему опыта Резерфорда.
3. В чём сущность планетарной модели атома?
4. Объясните результаты опыта Резерфорда на основе предложенной им модели атома.
5. В чём заключаются противоречия классической механики и модели атома?
6. Сформулируйте и поясните первый постулат Бора.
7. Сформулируйте и поясните второй постулат Бора.
8. В каком случае атом излучает квант электромагнитной энергии?
9. В каком случае атом поглощает квант электромагнитной энергии?
10. Как выглядит спектр водорода?
11. Напишите формулу для определения частоты любой спектральной линии в спектре излучения атома водорода.
12. Как называется серия спектральных линий в спектре излучения атома водорода?
13. Начертите схему энергетических уровней атома водорода и объясните механизм образования спектральных линий.
14. Каково значение и каковы недостатки теории Бора?
15. Объясните устройство и принцип работы счётчика Гейгера-Мюллера.
16. Объясните устройство и принцип работы камеры Вильсона.
17. Объясните принцип действия пузырьковой камеры. В чём преимущества пузырьковой камеры перед камерой Вильсона?
18. Каков принцип действия фотоэмульсионного метода наблюдения и регистрации электрически заряженных частиц?
19. Что называют естественной радиоактивностью?
20. Расскажите об открытии, сделанном Анри Беккерелем.
21. Расскажите о работах Марии-Кюри.
22. Как можно обнаружить три вида лучей? Кто впервые обнаружил эти лучи?
23. Каковы свойства альфа-лучей?
24. Каковы свойства бета-лучей?
25. Каковы свойства гамма-лучей?
26. Что называют радиоактивным распадом?
27. Что впервые обнаружили Резерфорд и Содди?
28. Что называют периодом полураспада? Что характеризует эта величина?
29. Приведите примеры периодов полураспада некоторых веществ.
30. Запишите и поясните формулу закона радиоактивного распада.
31. Как выглядит график зависимости спада активности радиоактивного элемента от времени?
32. Какие законы выполняются при радиоактивных превращениях?
33. Запишите и сформулируйте правила смещения для альфа-распада. Приведите примеры.
34. Запишите и сформулируйте правила смещения для бета-распада. Приведите примеры.
35. Что представляет собой гамма-излучение? Почему гамма-излучение обладает большой проникающей способностью?
36. До каких пор будет происходить радиоактивный распад?

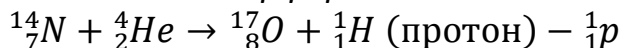
РАЗДЕЛ-4**БЛОК - 13****БЛОК-13****ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА**

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 13
ОК – 11.4.62	17	§102,103,112	1 - 11
1.Строение атомного ядра			
2.Изотопы			
ОК – 11.4.63	18	§104,105,106	12 - 27
1.Ядерные силы			
2.Энергия связи атомных ядер			
3.Ядерные реакции			
ОК – 11.4.64	19	§107,108	28 - 33
1.Деление ядер урана			
2.Цепная ядерная реакция			
ОК – 11.4.65	20	§109,110,111	34 - 41
1.Ядерный реактор			
2.Термоядерные реакции			
ОК – 11.4.66	21	§113	42 - 47
1.Биологическое действие радиоактивных излучений			
2.Доза излучения			
ОК – 11.4.67	22	§114,115	48 - 62
1.Элементарные частицы			
2.Типы взаимодействия			

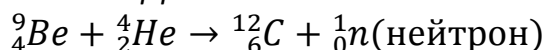
ОК – 11.4.62

СТРОЕНИЕ АТОМНОГО ЯДРА

1.Открытие протона – 1919г. – Э.Резерфорд



2.Открытие нейтрона – 1932г. – Дж.Чедвик



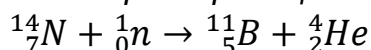
Нейтрон: - нестабильная частица ($n \rightarrow p + e + \text{нейтрино}$) – 15мин

- q отсутствует

- $m = 2,5m_e$

- не ионизирует воздух

- «могучее оружие» для ядерных реакций



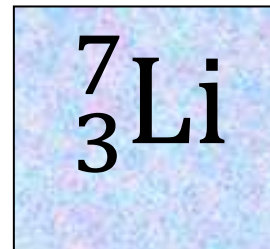
3. Строение атомного ядра – 1932г.

Д.Иваненко и В.Гейзенберг – протонно-нейтронная модель

Ядро = Нуклоны = Протоны + нейтроны

$$\mathbf{A = N + Z;}$$

A – массовое число,
 N – число протонов (порядковый номер)
 Z – число нейтронов
 $M_{\text{я}} = Zm_p + Nm_n$
 $q_{\text{я}} = Nq_p$



4. Изотопы – одинаковые A и Z

q – одинаковый – одинаковые физические свойства

N – разное – разные физические свойства

Имеются у всех элементов

Примеры:

1. Кислород – 3

2. Свинец – 10

3. Уран – 10

4. Водород – 3

Применение в медицине:

1. Исследование обмена веществ

2. Исследование кровообращения

3. Лечение базедовой болезни

4. Лечение раковых заболеваний

Получают в атомных реакторах и на ускорителях

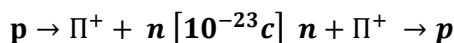
ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ

ОК – 11.4.63

-силы, действующие между протонами и нейтронами в ядре и обеспечивающие существование устойчивых ядер

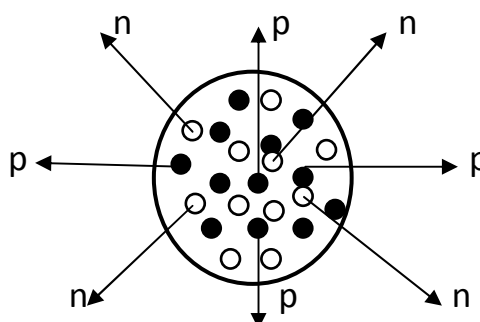
Свойства ядерных сил: - 1. в 100 раз больше кулоновских,
2. проявляются на расстоянии 10^{-15} м,
3. велика энергия взаимодействия (ядерная).

Механизм:



ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ АТОМНЫХ ЯДЕР

Энергия связи – энергия необходимая для расщепления ядра на отдельные нуклоны или энергия, выделяющаяся при образовании ядер из нуклонов



Мерой энергии связи является – **дефект массы** (1905г. – А.Эйнштейн)

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

$$\Delta E = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}) c^2$$

ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

- изменение атомных ядер при взаимодействии с элементарными частицами.



«Исторические» реакции

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. 1919г. Резерфорд | ${}^7_3\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{p}$ |
| 2. 1932г. Чедвик | ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$ |
| 3. 1932г. Использование протонов | ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ |
| 4. 1932г. Ф. Жоли-Кюри | ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^2_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}; {}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_{+1}\text{e}$ (позитрон) |
| 5. 1938г. Ган, Штрассман | ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{145}_{56}\text{Ba} + {}^{88}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$ |
| 6. Синтез | ${}^2_1\text{D} + {}^3_1\text{T} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ |

Расчёт энергетического выхода ядерной реакции.

Для этого необходимо определить:

1. Массу ядер и частиц m_1 до реакции,
2. Массу ядер и частиц m_2 после реакции,
3. Изменение массы $m_1 - m_2$
4. Рассчитать изменение энергии $E = mc^2$

ОК – 11.4.64

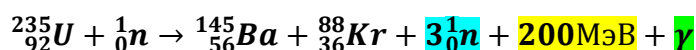
ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР УРАНА

1. Ядерная реакция на нейтронах.

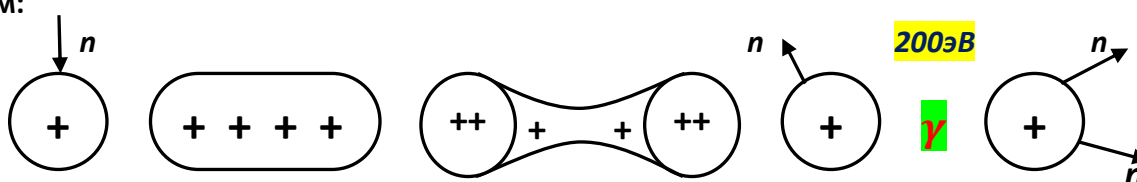
1942г. Э.Ферми – не только быстрые нейтроны, но и медленные – эффективнее!

Быстрые «n» надо замедлять – замедлитель – вода (${}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n} \rightarrow$ интенсивная передача энергии)

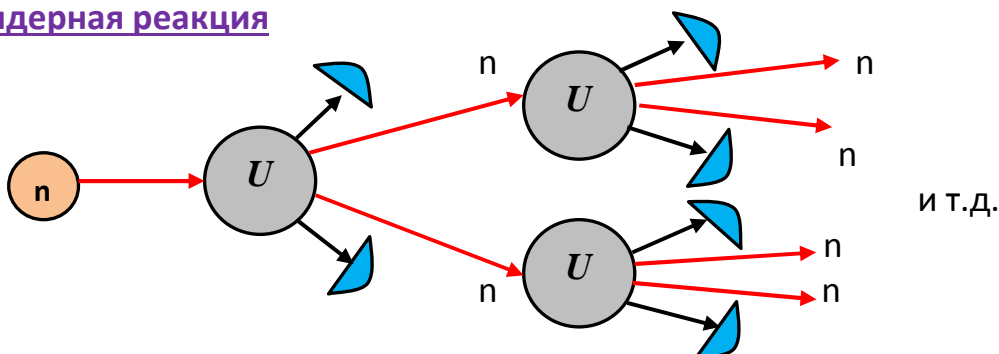
2. Деление ядер урана - 1938г. Ган, Штрассман (нем.)



Механизм:



3. Цепная ядерная реакция



k – коэффициент размножения

$k < 1$ – реакция затухает,

$k > 1$ – «атомный взрыв»,

$k = 1$ – стационарная реакция.

1г. урана \rightarrow $2,3 \cdot 10^4$ кВт * ч \rightarrow 3т. угля

Условия протекания цепной ядерной реакции:

1. Скорость нейтронов должна быть достаточной, чтобы вызвать деление ядер урана,
2. Должны отсутствовать примеси, поглощающие нейтроны,
3. Критическая масса для U^{235} – 50 кг, а при наличии замедлителя (вода или графит) и отражателя «n» (Ве или графит) – 250 г.

1942г. - Ферми – США

1946г. – Курчатов - СССР

ОК – 11.4.65

ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР

устройство для осуществления управляемой ядерной реакции ($k=1$)

1942г. – первый ядерный реактор - США – Э.Ферми)

1946г. - первый в СССР реактор – и.В.Курчатов

27 июля – СССР – г.Обнинск – первая в мире АЭС (5МВт)

Основные элементы ядерного реактора:

1. Горючее – U^{235} , U^{238} , Pu^{239}

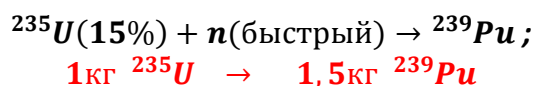
2. Замедлитель нейтронов (тяжёлая вода, графит)

3. Теплоноситель (вода, жидкий натрий)

4. Устройство для регулировки реакции (кадмий, бор)

5. Защита (оболочка из бетона, железа)

Реакторы на быстрых нейтронах – размножители.



Атомная бомба

горючее – ${}^{235}\text{U}$, ${}^{233}\text{U}$, ${}^{239}\text{Pu}$
критическая масса – **10 – 20кг** ($\rho = 18,7 \text{ г/см}^3$)
ШАР R = 4-6см



1945г. – Япония (Хиросима и Нагасаки)

Преимущества АЭС:

- ядерные реакторы не потребляют кислород и органическое топливо
- отсутствует загрязнение окружающей среды
- биосфера защищена от радиоактивного воздействия при нормальной эксплуатации АЭС

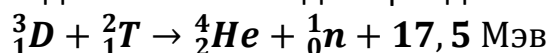
Недостатки АЭС:

- проблема захоронения радиоактивных отходов и демонтажа оборудования
- радиоактивное загрязнение в случае аварии
- опасность экологических катастроф (1986г. – авария на Чернобыльская АЭС)

ТЕРМОЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

синтез лёгких ядер

Главное условие – необходима высокая T для преодоления $F_{\text{отт.}}$



1г ${}^4_2\text{He} \rightarrow 1,17 \cdot 10^5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \rightarrow 10000 \text{ кг бензина}$

Неуправляемая термоядерная реакция – **водородная бомба!**

1953г. – СССР – первая в мире водородная бомба

Управляемая термоядерная реакция – **проблема!**

«Токамак-10» - 13 млн.К

ОК – 11.4.66

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Радиоактивные излучения – сильно действие на живые организмы.

Механизм – ионизация атомов и молекул – изменения химической активности.

Действия – ядра клеток, которые быстро делятся (костный мозг, пищев.тракт и др.)

Польза – подавление раковой опухоли γ – лучами.

Доза излучения – воздействие излучений на живые организмы.

1.Поглощенная доза излучения – отношение поглощенной энергии E ионизирующего излучения к массе m облучаемого вещества

$$D = \frac{E}{m} = \frac{1\text{Дж}}{1\text{кг}} = 1\text{Гр(Грэй)}$$

1 Гр равен поглощённой дозе излучения, при которой облучённому веществу массой **1 кг** передаётся энергия ионизирующего излучения **1 Дж**

Естественный фон за год $2 \cdot 10^{-3}$ Гр на человека.

Для специалистов за год $5 \cdot 10^{-2}$ Гр

Доза 3-10 Гр – СМЕРТЬ!

2.Коэффициент качества (k) – характеризует различие видов излучения.

За единицу принимается значение у α – частиц.

Коэффициент относительной биологической эффективности для различных видов излучений

Вид излучения	Коэффициент, Зв/Гр
Рентгеновское и γ-излучение	1
β-излучение(электроны, позитроны)	1
Нейтроны с энергией меньше 20 кэВ	3
Нейтроны с энергией 0,1-10 МэВ	10
Протоны с энергией меньше 10 МэВ	10
α-излучение с энергией меньше 10 МэВ	20!

3.Эквивалентная доза поглощенного излучения (H) – для оценки действия излучения

$$H = D k - 1 \text{ Зв (зиверт)}$$

При $H \geq 0,5 \text{ Зв}$ – поражение организма, нарушается деление клеток и образование новых

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Элементарные частицы – это первичные, неразложимые далее частицы, из которых построена вся материя.

Все элементарные частицы превращаются друг в друга, и эти взаимные превращения – главный факт их существования. Лишь *фотон, электрон, протон, нейтрон* сохраняют свою неизменность .

Каждая частица имеет античастицу. Частица и античастица имеют одинаковые массы, но они противоположны по знаку заряда (электрон e^- ; позитрон e^+).

Все частицы способны взаимодействовать друг с другом. Различают четыре типа фундаментальных взаимодействий: *гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое*.

Механизм всех взаимодействий – обменный, т.е. силы, действующие между двумя частицами, осуществляются в результате их обмена промежуточной частицей – переносчиком взаимодействия.

1. Гравитационное взаимодействие проявляется в виде сил всемирного тяготения между телами Вселенной. Переносчиками являются гравитоны, которые на сегодняшний день не найдены.

2. Электромагнитное взаимодействие характерно для электрически заряженных частиц, которые обмениваются фотонами. Ядра и электроны взаимодействуют друг с другом посредством электромагнитного поля, квантами которого являются фотоны.

3. Сильное взаимодействие свойственно мезонам и барионам. Взаимодействие между протонами и нейтронами осуществляется π – мезонами и квантами ядерного поля. Согласно современным воззрениям – все сильновзаимодействующие элементарные частицы – мезоны и барионы – построены из кварков – истинно элементарных частиц. Кварки были обнаружены внутри протонов и нейтронов, но не найдены в свободном состоянии. При сильном взаимодействии обмен между кварками происходит за счёт глюонов.

4. Слабое взаимодействие характерно для всех частиц, кроме фотонов. Слабое взаимодействие также свойственно лептонам и кваркам. Взаимодействие между кварками и лептонами осуществляется слабым взаимодействием W^+ ; W^- ; Z^0 – бозонами.

Сегодня общее число элементарных частиц вместе с античастицами превышает 350. Их них более 30 стабильных частиц с временем жизни не менее 10^{-17} с и более 200 короткоживущие – резонансы, с временем жизни 10^{-23} с.

Блок - 13

Лист - 13

Повторим теорию!
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

1. Запишите первую искусственную реакцию по превращению атомных ядер.
2. В чём заключалась гипотеза Резерфорда?
3. Запишите реакцию получения нейтронов.
4. Какими свойствами обладает нейтрон?
5. Для каких целей используют нейтроны?
6. В чём сущность протонно-нейтронной модели атома?
7. Что называют изотопами?
8. Почему изотопы имеют одинаковые химические свойства и разные физические свойства?
9. Как называются изотопы водорода? Где используются эти изотопы?
10. Где получают радиоактивные изотопы?
11. Приведите примеры использования радиоактивных изотопов.
12. Какие силы называют ядерными? Какими свойствами обладают ядерные силы?
13. Каков механизм возникновения ядерных сил?
14. Что называют энергией связи атомного ядра?
15. Что называют дефектом массы? Напишите формулу дефекта массы.
16. Какова причина появления дефекта массы при образовании ядра?
17. Напишите формулу для расчёта энергии связи атомных ядер.
18. Что называют удельной энергией связи?
19. Ядра каких химических элементов обладают максимальной удельной энергией связи?
20. Что называют ядерными реакциями?
21. Напишите ядерную реакцию по получению протонов. Кто и когда осуществил эту реакцию?
22. Напишите ядерную реакцию по получению нейтронов. Кто и когда осуществил эту реакцию?
23. Напишите ядерную реакцию по использованию протонов. Когда была осуществлена эта реакция?
24. Напишите ядерную реакцию по получению позитрона. Кто и когда осуществил эту реакцию?
25. Напишите ядерную реакцию деления урана. Кто и когда осуществил эту реакцию?
26. Напишите ядерную реакцию синтеза лёгких ядер.
27. Что называют энергетическим выходом ядерной реакции? Как рассчитать энергетический выход?
28. Почему нейтрон используется для осуществления ядерной реакции деления тяжёлых ядер?
29. Какие нейтроны эффективнее и почему?
30. Опишите механизм деления ядер урана.
31. Что называют цепной ядерной реакцией?
32. Что называют коэффициентом размножения нейтронов?
33. Перечислите условия протекания цепной ядерной реакции в уране – 235.
34. Что называют ядерным реактором? Назовите основные элементы ядерного реактора.
35. Расскажите о превращении внутриядерной энергии в электрическую на АЭС.
36. В чём особенность реакторов на быстрых нейтронах?
37. В чём преимущества и недостатки АЭС?

Блок - 13

Лист - 13

Повторим теорию!
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА
(продолжение)

38. Какие реакции называют термоядерными?
39. Чем объяснить, что при синтезе лёгких ядер выделяется энергия?
40. Каковы условия осуществления ядерной реакции синтеза?
41. Приведите примеры термоядерных реакций и напишите их примеры?
42. Какое воздействие производит радиоактивное излучение на живой организм?
43. Что называют поглощённой дозой излучения? Какая формула выражает смысл этого понятия? Какова единица измерения?
44. Какая существует внесистемная единица измерения дозы излучения?
45. Что называют коэффициентом качества излучения?
46. Что называют эквивалентной дозой поглощенного излучения?
47. Какие меры принимаются для защиты организмов от излучения?
48. Что такое элементарные частицы?
49. Каков главный факт существования элементарных частиц?
50. Перечислите все стабильные элементарные частицы.
51. Все ли элементарные частицы имеют античастицу? Чем отличается античастица от частицы?
52. Какие типы фундаментальных взаимодействий вы знаете?
53. Что общего можно сказать о механизме всех фундаментальных взаимодействий?
54. Что является переносчиком гравитационного взаимодействия?
55. Посредством чего осуществляется электромагнитное взаимодействие между заряженными частицами и что является переносчиком взаимодействия?
56. За счёт чего осуществляется взаимодействие между протонами и нейтронами при сильном взаимодействии?
57. Что такое кварки?
58. За счёт чего происходит обмен между кварками при сильном взаимодействии?
59. В чём заключается природа слабого взаимодействия?
60. Что является переносчиком слабого взаимодействия?
61. Согласно теории слабых взаимодействий опишите распад нейтрона на электрон и антинейтрино.
62. Какие частицы называются частицами-резонансами?