

Физика 9 А класс

Дистанционные уроки на неделю с 13 по 17 апреля 2020, 3 часа в неделю

Учитель физики информатики Гаджиагаев Тагир Гаджиагаевич

Ссылка на скачивании электронного учебника: 45 мб

<https://s.11klasov.ru/767-fizika-9-klass-uchebnik-peryshkin-av-gutnik-em.html>

Учебник Перышкин, Гутник Физика 9 класс

**Внимание! Ответы на вопросы и задания оформлять письменно в рабочих тетрадях.
Работы будут проверены**

1 занятие

§ 58 Деление ядер урана. Цепная реакция, стр 244-248

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа

2 занятие

§ 59 Ядерный реактор. Преобразования внутренней энергии атомных ядер в электрическую энергию стр 249-251

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа

3 занятие

§ 60 Атомная энергетика стр 252-255

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа, Выяснить есть ли на территории Чукотского края атомные электростанции и их характеристики

Энергию, выделяющуюся или поглощающуюся в процессе любых ядерных реакций, можно рассчитать, если известны массы взаимодействующих и образующихся в результате этого взаимодействия ядер и частиц.

- Вопросы** 1. Что называется энергией связи ядра? 2. Запишите формулу для определения дефекта массы любого ядра. 3. Запишите формулу для расчёта энергии связи ядра.

§ 58 ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР УРАНА. ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ

Деление ядер урана при бомбардировке их нейтронами было открыто в 1939 г. немецкими учёными **Отто Ганом** и **Фрицем Штрассманом**.

Рассмотрим механизм этого явления. На рисунке 162, а условно изображено ядро атома урана ${}^{235}_{92}\text{U}$. Поглотив лишний нейтрон, ядро возбуждается и деформируется, приобретает вытянутую форму (рис. 162, б).

Вы уже знаете, что в ядре действует два вида сил: *электростатические силы отталкивания между протонами*, стремящиеся разорвать ядро, и *ядерные силы притяжения между всеми нуклонами*, благодаря которым ядро не распадается. Но ядерные силы — короткодействующие, поэтому в вытянутом ядре они уже не могут удержать сильно удалённые друг от друга части ядра. Под действием электростатических сил отталкивания ядро разрывается на две части (рис. 162, в), которые разлетаются в разные стороны с огромной скоростью и излучают при этом 2—3 нейтрона.

Получается, что часть внутренней энергии ядра переходит в кинетическую энергию разлетающихся осколков и частиц. Ослолки быст-

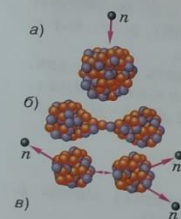


Рис. 162. Процесс деления ядра урана под воздействием попавшего в него нейтрона



ОТТО ГАН

(1879—1968)

Немецкий физик, учёный-новатор в области радиохимии. Открыл расщепление урана, ряд радиоактивных элементов

ро тормозятся в окружающей среде, в результате чего их кинетическая энергия преобразуется во внутреннюю энергию среды (т. е. в энергию взаимодействия и теплового движения составляющих её частиц).

При одновременном делении большого количества ядер урана внутренняя энергия окружающей уран среды и соответственно её температура заметно возрастают (т. е. среда нагревается).

Таким образом, *реакция деления ядер урана идёт с выделением энергии в окружающую среду*.

Энергия, заключённая в ядрах атомов, колоссальна. Например, при подвёме делений всех ядер, имеющихся в 1 г урана, выделилось бы столько же энергии, сколько выделяется при сгорании 2,5 т нефти.

Для преобразования внутренней энергии атомных ядер в электрическую на атомных электростанциях используют так называемые *цепные реакции деления ядер*.

Рассмотрим механизм протекания цепной реакции деления ядра изотопа урана ${}^{235}_{92}\text{U}$. Ядро атома урана (рис. 163) в результате захвата нейтрона разделилось на две части, излучив при этом три нейтрона. Два из этих нейтронов вызвали реакцию деления ещё двух ядер, при этом образовалось уже четыре нейтрона. Эти, в свою очередь, вызвали деление четырёх ядер, после чего образовалось девять нейтронов и т. д.

Цепная реакция возможна благодаря тому, что при делении каждого ядра образуется 2—3 нейтрона, которые могут принять участие в делении других ядер.

На рисунке 163 показана схема цепной реакции, при которой общее



ФРИЦ ШТРАССМАН

(1902—1980)

Немецкий физик и химик. Работы относятся к ядерной химии, ядерному делению. Дал химическое доказательство процессу деления

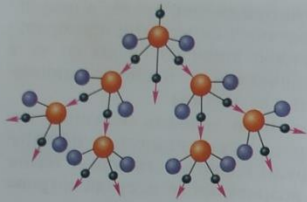


Рис. 163. Цепная реакция деления ядер урана $^{235}_{92}\text{U}$

число свободных нейтронов в куске урана *лавинообразно* увеличивается со временем. Соответственно резко возрастает число делений ядер и энергия, выделяющаяся в единицу времени. Поэтому такая реакция носит взрывной характер (она протекает в атомной бомбе).

Возможен другой вариант, при котором число свободных нейтронов уменьшается со временем. В этом случае цепная реакция прекращается. Следовательно, такую реакцию тоже нельзя использовать для производства электроэнергии.

В мирных целях возможно использовать энергию только такой цепной реакции, в которой число нейтронов не меняется с течением времени.

Как же добиться того, чтобы число нейтронов всё время оставалось постоянным? Для решения этой проблемы нужно знать, какие факторы влияют на увеличение и на уменьшение общего числа свободных нейтронов в куске урана, в котором протекает цепная реакция.

Одним из таких факторов является *масса урана*. Дело в том, что не каждый нейтрон, излучённый при делении ядра, вызывает деление других ядер (см. рис. 163). Если масса (и соответственно размеры) куска урана слишком мала, то многие нейтроны вылетят за его пределы, не успев встретить на своём пути ядро, вызвать его деление и породить таким образом новое поколение нейтронов, необходимых для продолжения реакции. В этом случае цепная реакция прекратится. Чтобы реакция не прекращалась, нужно увеличить массу урана до определённого значения, называемого *критически*.

Почему при увеличении массы цепная реакция становится возможной? Чем больше масса

куска, тем больше его размеры и тем длиннее путь, который проходит в нём нейтрон. При этом вероятность встречи нейтронов с ядрами возрастает. Соответственно увеличивается число делений ядер и число излучаемых нейтронов.

При критической массе урана число нейтронов, появившихся при делении ядер, становится равным числу потерянных нейтронов (т. е. захваченных ядрами без деления и вылетевших за пределы куска).

Поэтому их общее число остаётся неизменным. При этом цепная реакция может идти длительное время, не прекращаясь и не приобретая взрывного характера.

Наименьшая масса урана, при которой возможно протекание цепной реакции, называется критической массой.

Если масса урана больше критической, то в результате резкого увеличения числа свободных нейтронов цепная реакция приводит к взрыву, а если меньше критической, то реакция не протекает из-за недостатка свободных нейтронов.

Уменьшить потерю нейтронов (которые вылетают из урана, не прореагировав с ядрами) можно не только за счёт увеличения массы урана, но и с помощью специальной *отражающей оболочки*. Для этого кусок урана помещают в оболочку, сделанную из вещества, хорошо отражающего нейтроны (например, из бериллия). Отражаясь от этой оболочки, нейтроны возвращаются в уран и могут принять участие в делении ядер.

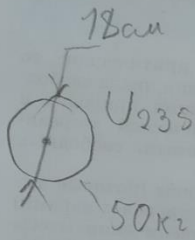
Существует ещё несколько факторов, от которых зависит возможность протекания цепной реакции. Например, если кусок урана содержит слишком много *примесей* других химических элементов, то они поглощают большую часть нейтронов и реакция прекращается.

Наличие в уране так называемого *замедлителя нейтронов* также влияет на ход реакции. Дело в том, что ядра урана-235 с большей вероятностью делятся под действием медленных нейтронов. А при делении ядер образуются быстрые нейтроны. Если быстрые нейтроны замедлить, то большая их часть захватится ядрами урана-235 с последующим делением этих ядер. В качестве замедлителей используются такие вещества, как *графит, вода, тяжёлая вода* (в состав которой входит дейтерий — изотоп водорода с массовым числом 2), и некоторые другие. Эти вещества только замедляют нейтроны, почти не поглощая их.

Таким образом, возможность протекания цепной реакции определяется *массой урана, количеством примесей в нём, наличием оболочки и замедлителя* и некоторыми другими факторами.

Критическая масса шарообразного куска урана-235 приблизительно равна 50 кг. При этом его радиус составляет всего 9 см, поскольку уран имеет очень большую плотность.

Применяя замедлитель и отражающую оболочку и уменьшая количество примесей, удаётся снизить критическую массу урана до 0,8 кг.



Вопросы

1. Почему деление ядра может начаться только тогда, когда оно деформируется под действием поглощённого им нейтрона?
2. Что образуется в результате деления ядра?
3. В какую энергию переходит часть внутренней энергии ядра при его делении; кинетическая энергия осколков ядра урана при их торможении в окружающей среде?
4. Как идёт реакция деления ядер урана — с выделением энергии в окружающую среду или, наоборот, с поглощением энергии?
5. Расскажите о механизме протекания цепной реакции, используя рисунок 163.
6. Что называется критической массой урана?
7. Возможны ли протекание цепной реакции, если масса урана меньше критической; больше критической? Почему?

Ядерный реактор — это устройство, предназначенное для осуществления управляемой ядерной реакции.

Управление ядерной реакцией заключается в регулировании скорости размножения свободных нейтронов в уране, чтобы их число оставалось неизменным. При этом цепная реакция будет продолжаться столько времени, сколько это необходимо, не прекращаясь и не приобретая взрывного характера.

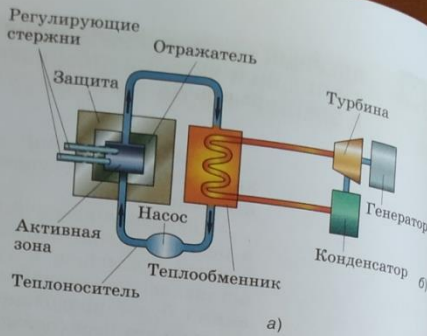
Рассмотрим устройство и принцип действия реактора, в котором в качестве делящегося вещества (его называют также *ядерным топливом* или *горючим*) используется в основном уран-235. В природном уране этого изотопа недостаточно для протекания цепной реакции (всего 0,7%), поэтому природный уран обогащают, т. е. увеличивают процентное содержание в нём урана-235 (до 5%).

Реактор, работающий на этом изотопе урана, называется *реактором на медленных нейтронах*. Он назван так потому, что уран-235 наиболее эффективно делится под действием медленных нейтронов. Поскольку при делении ядер образуются в основном быстрые нейтроны, их необходимо замедлять. Для этого в реакторе с таким ядерным топливом используют замедлитель нейтронов.

На рисунке 164, а изображены основные части реактора на медленных нейтронах. В активной зоне находится *ядерное топливо* в виде урановых стержней (они на рисунке не показаны) и *замедлитель нейтронов* — в данном случае вода.

Масса каждого уранового стержня значительно меньше критической, поэтому в одном

рис. 164. Схема устройства ядерного реактора на медленных нейтронах



стержне цепная реакция происходить не может (это делается специально из соображений безопасности). Она начинается после погружения в активную зону всех урановых стержней, т. е. когда масса урана достигнет критического значения.

Активная зона окружена слоем вещества, отражающего нейтроны (*отражатель*), и защитной оболочкой из бетона, задерживающей нейтроны и другие частицы.

Для управления реакцией служат *регулирующие стержни*, эффективно поглощающие нейтроны. При их полном погружении в активную зону цепная реакция идти не может. Для запуска реактора регулирующие стержни постепенно выводят из активной зоны до тех пор, пока не начнется цепная реакция деления ядер урана.

Образующиеся в процессе этой реакции нейтроны и осколки ядер, разлетаясь с большой скоростью, попадают в воду, сталкиваются с ядрами атомов кислорода и водорода, отдают им часть своей кинетической энергии и замедляются. Вода при этом нагревается, а замедленные нейтроны через какое-то время опять попадают в урановые стержни и участвуют в делении ядер.

Активная зона реактора посредством труб соединяется с *теплообменником*, образуя так называемый первый замкнутый контур. Насосы обеспечивают циркуляцию воды в этом контуре. При этом вода, нагретая в активной зоне за счёт внутренней энергии атомных ядер, проходя через теплообменник, нагревает воду в змеевике второго контура, превращая её в пар. Таким образом, *вода в активной зоне реактора служит не только замедлителем нейтронов, но и теплоносителем, отдающим тепло.*

На рисунке 164, б схематично показаны устройства, в которых энергия пара, образовавшегося в змеевике, преобразуется в электрическую энергию. Посредством этого пара вращается турбина, которая, в свою очередь, приводит во вращение ротор генератора электрического тока. Отработанный пар поступает в конденсатор и превращается в воду. Затем весь цикл повторяется.

Таким образом, при получении электрического тока на атомных электростанциях происходят следующие преобразования энергии: часть внутренней энергии атомных ядер урана → кинетическая энергия нейтронов и осколков ядер → внутренняя энергия воды → внутренняя энергия пара → кинетическая энергия пара → кинетическая энергия ротора турбины и ротора генератора → электрическая энергия.

Вопросы

1. Что такое ядерный реактор? Назовите основные части реактора. Что находится в его активной зоне?
2. В чём заключается управление ядерной реакцией?
3. Для чего нужны регулирующие стержни? Как ими пользуются?
4. Какую вторую функцию (помимо замедления нейтронов) выполняет вода в первом контуре реактора?
5. Какие процессы происходят во втором контуре реактора?
6. Какие преобразования энергии происходят при получении электрического тока на атомных электростанциях?



Обнинская АЭС

Одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством, является энергетическая проблема. Потребление энергии растёт столь быстро, что известные в настоящее время запасы топлива окажутся исчерпанными в сравнительно короткое время.

Проблему «энергетического голода» не решает и использование энергии так называемых возобновляемых источников (энергии рек, ветра, солнца, морских волн, глубинного тепла Земли), так как они могут обеспечить в лучшем случае только 5—10% наших потребностей. В связи с этим в середине XX в. возникла необходимость поиска новых источников энергии.

В настоящее время реальный вклад в энергообеспечение вносит ядерная энергетика. Первый европейский реактор был создан в 1946 г. в Советском Союзе под руководством **Игоря Васильевича Курчатова**.

В 1954 г. в нашей стране (в г. Обнинске) была введена в действие первая в мире атомная электростанция (АЭС). Её мощность составляла всего 5000 кВт. Современные АЭС имеют в сотни раз большую мощность.

АЭС имеют ряд преимуществ перед другими видами электростанций. Основное их преимущество заключается в том, что для работы АЭС требуется очень небольшое количество топлива (напомним, что энергия,

заклѳенная в 1 г урана, равна энергии, выделяющейся при сгорании 2,5 т нефти). В связи с этим эксплуатация атомных электростанций обходится значительно дешевле, чем тепловых (для работы которых необходимы большие затраты на добычу и транспортировку топлива).



ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ КУРЧАТОВ
(1903—1960)

Российский физик, академик. Под его руководством в СССР проводились исследования в различных областях ядерной физики



а)



б)



в)

Атомные электростанции:
а — Нововоронежская;
б — Белоярская;
в — Ростовская

Правда, строительство тепловых станций (ТЭС) обходится дешевле, чем атомных. Поэтому на сегодняшний день стоимость тепловых и атомных станций сопоставима.

Второе преимущество АЭС (при правильной их эксплуатации) заключается в их экологической чистоте по сравнению с ТЭС. Конечно, в выбросах АЭС содержатся радиоактивные газы и частицы. Но большая часть радиоактивных ядер (так называемых радионуклидов), содержащихся в выбросах АЭС, довольно быстро распадается, превращаясь в нерadioактивные. А количество долгоживущих радионуклидов и мощность их излучения сравнительно невелики.

Что же касается электростанций, работающих на угле, то именно они являются одним из основных источников поступления в среду обитания человека долгоживущих радионуклидов. Дело в том, что в угле всегда содержатся микропримеси радиоактивных элементов, которые выносятся с продуктами сгорания, осаждаются на прилегающей местности и накапливаются на зольных полях возле ТЭС.

Кроме того, используемое на ТЭС природное органическое топливо (уголь, нефть, газ) содержит от 1,5 до 4,5% серы. Образующийся при сгорании топлива сернистый ангидрид, даже пройдя через фильтры и системы очистки, частично выбрасывается в атмосферу. Вступая в контакт с атмосферной влагой, он образует раствор серной кислоты и вместе с дождями выпадает на землю. Такие кислотные дожди наносят огромный ущерб растительности, разрушают структуру почвы и значительно меняют её состав (для восстановления которого необходимо не одна сотня лет).

Неблагоприятные экологические последствия связаны и с использованием энергии рек. Эти последствия заключаются в отчуждении больших площадей земли (в связи со строительством водохранилищ и образованием

вследствие этого болот), гибелью рыбы в результате перекрытия рек и т. д.

Для строительства электростанций достаточной мощности, преобразующих энергию солнца и ветра, тоже требуются, как оказалось, огромные территории.

Что же касается ядерной энергетики, то она не сопровождается вышеперечисленными негативными явлениями. Но это вовсе не означает, что АЭС не порождают серьёзных проблем.

В настоящее время квалифицированная критика ядерной энергетики концентрируется вокруг трёх принципиальных проблем: *содействие распространению ядерного оружия, радиоактивные отходы и возможность аварий*, особенно вызванных природными катаклизмами.

Первая проблема может быть решена только в рамках мирового сообщества. Большой вклад в её решение вносит, в частности, деятельность Международного агентства по атомной энергии при ООН (МАГАТЭ), созданного в 1957 г. для контроля за нераспространением ядерного оружия и безопасным применением ядерной энергии в мирных целях.

Обезвреживание радиоактивных отходов сводится в основном к трём задачам: 1) к совершенствованию технологий с целью уменьшения образования отходов при работе реакторов; 2) к переработке отходов для их консолидации (т. е. скрепления, связывания) и уменьшения опасности от распространения в окружающей среде; 3) к надёжной изоляции отходов от биосферы и человека за счёт создания могильников разных типов.

Для выполнения поставленных задач в проектах всех АЭС предусмотрены установки для отверждения жидких отходов. Кроме того, на заводах по переработке ядерного топлива производится остекловывание отходов. Газообразные отходы подвергаются очистке.

Помимо перечисленных принимаются и многие другие меры, направленные на решение проблемы радиоактивных отходов.

Вопросы

1. В связи с чем в середине XX в. возникла необходимость нахождения новых источников энергии?
2. Назовите два основных преимущества АЭС перед ТЭС. Ответ обоснуйте.
3. Назовите три принципиальные проблемы современной атомной энергетики.
4. Приведите примеры путей решения проблем атомной энергетики.



ЗАДАНИЕ

- Подготовьте коллективный доклад-дискуссию на тему «Экологические последствия использования тепловых, атомных и гидроэлектростанций». При подготовке докладов допустимо взять за основу соответствующий материал, имеющийся в учебнике, дополнив его материалами, самостоятельно найденными содокладчиками.

§ 61

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ. ЗАКОН РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

Известно, что радиоактивные излучения при определённых условиях могут представлять опасность для здоровья живых организмов. В чём причина негативного воздействия радиации на живые существа?

Дело в том, что α -, β - и γ -частицы, проходя через вещество, ионизируют его, выбивая электроны из молекул и атомов. Ионизация живой ткани нарушает жизнедеятельность клеток, из которых эта ткань состоит, что отрицательно сказывается на здоровье всего организма. Чем больше энергии получает человек от действующего на него потока частиц и чем меньше при этом масса человека (т. е. чем большая энергия приходится на каждую единицу массы), тем к более серьёзным нарушениям в его организме это приведёт.

Энергия ионизирующего излучения, поглощённая облучаемым веществом (в частности, тканями организма) и рассчитанная на единицу массы, называется поглощённой дозой излучения.