

Радиация: благо или зло?

О.С. Голованова

Имя задачи: Радиация: благо или зло?

Автор: Голованова Оксана Сергеевна.

Предмет: Физика.

Класс: 9.

Тема: Биологическое действие радиации.

Профиль: Общеобразовательный.

Уровень: Общий.

Текст задачи. В настоящее время идёт много споров на тему: радиация — это добро или зло, радиация — наш друг или враг? Часто в прессе звучат различные доводы как «за», так и «против». Приводятся различные факты. Однако часто они оказываются не правильными, ошибочными.

Радиация — это друг или враг? Если подходить разумно, то друг. Если использовать в мирных целях — то друг. Если тщательно продумать все аспекты безопасности людей при работе с радиоактивными элементами, то друг. Однако если безграмотно подходить к вопросу радиации, радиоактивности и радиоактивных веществ, то это наш враг... Хотя нет. Врагами являются люди, допустившие такой подход. Сами атомы и ядра безопасны. Та-

ким образом, получается, что враг — человек, а не радиация.

Что такое радиация и какое действие она оказывает на живые организмы? Так ли безопасны бытовые приборы, основанные на свойствах радиоактивности (мобильные телефоны, мониторы компьютеров и СВЧ-печи)? Как минимизировать воздействие радиоактивного излучения при использовании бытовых приборов?

а) Выделите ключевые слова для информационного поиска.

б) Найдите необходимую информацию.

в) Обсудите и проанализируйте собранную информацию.

г) Сделайте выводы.

д) Сравните ваши выводы с культурными образцами.

Возможные информационные источники

Книги:

1. *Перышкин А.В., Гутник Е.М.* Физика 9. М.: Дрофа, 1999.

2. *Волков В.А.* Поурочные разработки по физике. М.: ВАКО, 2005.

Web-сайты:

1. <http://ru.wikipedia>.

2. <http://www.radiation.ru>

3. <http://nuclphys>.

4. <http://www.erudition>

Культурные образцы

<http://www.radiation.ru>

1. Радиоактивность, радиация и радиационный фон

1.1. Что такое радиоактивность и радиация?

Радиоактивность — неустойчивость ядер некоторых атомов, проявляющаяся в их способности к са-

мпроизвольным превращениям (распаду), сопровождающимся испусканием ионизирующего излучения или радиацией. **Далее мы будем говорить лишь о той радиации, которая связана с радиоактивностью.**

Радиация, или ионизирующее излучение — это частицы и гамма-кванты, энергия которых достаточно велика, чтобы при воздействии на вещество создавать ионы разных знаков. Радиацию нельзя вызвать с помощью химических реакций.

1.2. Какая бывает радиация?

Различают несколько видов радиации.

Альфа-частицы: относительно тяжёлые, положительно заряженные частицы, представляющие собой ядра гелия.

Бета-частицы — это просто электроны.

Гамма-излучение имеет ту же электромагнитную природу, что и видимый свет, однако обладает гораздо большей проникающей способностью.

Нейтроны — электрически нейтральные частицы, возникают главным образом непосредственно вблизи работающего атомного реактора, куда доступ, естественно, регламентирован.

Рентгеновское излучение подобно гамма-излучению, но имеет меньшую энергию. Кстати, наше Солнце — один из естественных источников рентгеновского излучения, но земная атмосфера обеспечивает от него надёжную защиту.

Ультрафиолетовое излучение и излучение лазеров в нашем рассмотрении не являются радиацией.

Заряженные частицы очень сильно взаимодействуют с веществом, по-

этому, с одной стороны, даже одна альфа-частица при попадании в живой организм может уничтожить или повредить очень много клеток, но, с другой стороны, по той же причине достаточной защитой от альфа- и бета-излучения является любая, даже очень тонкий слой твёрдого или жидкого вещества — например, обычная одежда (если, конечно, источник излучения находится снаружи).

Следует различать радиоактивность и радиацию. *Источники радиации* — радиоактивные вещества или ядерно-технические установки (реакторы, ускорители, рентгеновское оборудование и т.п.) — могут существовать значительное время, а радиация существует лишь до момента своего поглощения в каком-либо веществе.

1.3. К чему может привести воздействие радиации на человека?

Воздействие радиации на человека называют *облучением*. Основу этого воздействия составляет передача энергии радиации клеткам организма.

Облучение может вызвать нарушения обмена веществ, инфекционные осложнения, лейкоз и злокачественные опухоли, лучевое бесплодие, лучевую катаракту, лучевой ожог, лучевую болезнь. Последствия облучения сильнее сказываются на делящихся клетках, и поэтому для детей облучение гораздо опаснее, чем для взрослых. Что же касается часто упоминаемых генетических (т.е. передаваемых по наследству) мутаций как следствий облучения человека, то таковых ещё ни разу не удалось обнаружить. Даже у 78000 детей тех японцев, которые пережили атомную

бомбардировку Хиросимы и Нагасаки, не было констатировано какого-либо увеличения числа случаев наследственных болезней (книга «Жизнь после Чернобыля» шведских учёных С. Кулландера и Б. Ларсона).

Следует помнить, что гораздо больший РЕАЛЬНЫЙ ущерб здоровью людей приносят выбросы предприятий химической и сталелитейной промышленности, не говоря уже о том, что науке пока неизвестен механизм злокачественного перерождения тканей от внешних воздействий.

1.4. Как радиация может попасть в организм?

Организм человека реагирует на радиацию, а не на её источник. Те источники радиации, которыми являются радиоактивные вещества, могут проникать в организм с пищей и водой (через кишечник), через лёгкие (при дыхании) и, в незначительной степени, через кожу, а также при медицинской радиоизотопной диагностике. В этом случае говорят о *внутреннем облучении*.

Кроме того, человек может подвергнуться *внешнему облучению* от источника радиации, который находится вне его тела. Внутреннее облучение значительно опаснее внешнего.

1.5. Передаётся ли радиация как болезнь?

Радиацию создают радиоактивные вещества или специально сконструированное оборудование. Сама же радиация, воздействуя на организм, не образует в нём радиоактивных веществ, и не превращает его в новый источник радиации. Таким образом, человек не становится радиоактивным после рентгеновского или флюорографического обследования.

Кстати, и рентгеновский снимок (плёнка) также не несёт в себе радиоактивности.

Исключением является ситуация, при которой в организм намеренно вводятся радиоактивные препараты (например, при радиоизотопном обследовании щитовидной железы), и человек на небольшое время становится источником радиации. Однако препараты такого рода специально выбираются так, чтобы быстро терять свою радиоактивность за счёт распада, и интенсивность радиации быстро спадает.

Конечно, можно «испачкать» тело или одежду радиоактивной жидкостью, порошком или пылью. Тогда некоторая часть такой радиоактивной «грязи» — вместе с обычной грязью — может быть передана при контакте другому человеку. В отличие от болезни, которая, передаваясь от человека к человеку, воспроизводит свою вредоносную силу (и даже может привести к эпидемии), передача грязи приводит к её быстрому разбавлению до безопасных пределов.

<http://nuclphys>

В результате деятельности человека во внешней среде появились искусственные радионуклиды и источники излучения. В природную среду стали поступать в больших количествах естественные радионуклиды, извлекаемые из недр Земли вместе с углём, газом, нефтью, минеральными удобрениями, строительными материалами. Сюда относятся геотермические электростанции, создающие в среднем выброс около $4 \cdot 10^{14}$ Бк изотопа ^{222}Rn на 1 ГВт выработанной электроэнергии; фосфорные удобрения,

содержащие ^{226}Ra и ^{238}U (до 70 Бк/кг в Кольском апатите и 400 Бк/кг в фосфорите); уголь, сжигаемый в жилых домах и электростанциях, содержит естественные радионуклиды ^{40}K , ^{232}U и ^{238}U в равновесии с их продуктами распада.

Среднегодовые дозы, получаемые от естественного радиационного фона и различных искусственных источников излучения:

Источник излучения	Доза, мбэр/год
Природный радиационный фон	200
Стройматериалы	140
Атомная энергетика	0,2
Медицинские исследования	140
Ядерные испытания	2,5
Полёты в самолётах	0,5
Бытовые предметы	4
Телевизоры и мониторы ЭВМ	0,1
Общая доза	500

За последние несколько десятилетий человек создал несколько тысяч радионуклидов и начал использовать их в научных исследованиях, в технике, медицинских целях и др. Это приводит к увеличению дозы облучения, получаемой как отдельными людьми, так и населением в целом. Иногда облучение за счёт источников, созданных человеком, оказывается в тысячи раз интенсивнее, чем от природных источников.

В настоящее время основной вклад в дозу от источников, созданных человеком, вносит внешнее радиактивное облучение при диагностике и лечении. В развитых странах на каждую тысячу населения приходится от 300 до 900 таких обследований в год, не считая массовой флюо-

рографии и рентгенологических обследований зубов.

Для исследования различных процессов, протекающих в организме, и для диагностики опухолей используются также радиоизотопы, вводимые в организм человека. В промышленно развитых странах ориентировочно проводится 10–40 обследований на 1 млн жителей в год. Коллективные эффективные эквивалентные дозы составляют 20 чел-Зв на 1 млн жителей в Австралии и 150 чел-Зв в США.

Средняя эффективная эквивалентная доза, получаемая от всех источников облучения в медицине, в промышленно развитых странах составляет 1 мЗв в год на каждого жителя, т.е. примерно половину средней дозы от естественных источников.

<http://www.erudition.ru>

Радиация вокруг нас

Как всё-таки действует радиация на человека и окружающую среду? Это одна из многих сегодняшних проблем, которая привлекает к себе внимание огромного количества людей.

Радиация действительно опасна: в больших дозах она приводит к поражению тканей, живой клетки, в малых — вызывает раковые явления и способствует генетическим изменениям.

Однако опасность представляют вовсе не те источники радиации, о которых больше всего говорят. Радиация, связанная с развитием атомной энергетики, составляет лишь малую долю; существенную часть облучения население получает от естественных источников радиации: из космоса и от радиоактивных веществ, находящихся

в земной коре, от применения рентгеновских лучей в медицине, во время полёта на самолёте, от каменного угля, сжигаемого в бесчисленном количестве различными котельными и т.д.

Сама по себе радиоактивность — явление не новое, как считают некоторые, связывая её возникновение со строительством АЭС и появлением ядерных боеприпасов. Она существовала на Земле задолго до зарождения жизни. С тех пор, как образовалась наша Вселенная (порядка 20 миллиардов лет назад), радиация постоянно наполняет космическое пространство.

Многие удивляются, узнав, что человек хотя в чрезвычайно малой мере, но тоже радиоактивен. В его мышцах, костях и других тканях присутствуют мизерные количества радиоактивных веществ.

Однако с момента открытия радиации как явления не прошло и ста лет.

Так как основную часть дозы облучения население получает от естественных источников, то большинства из них избежать просто невозможно.

Человек подвергается двум видам облучения: *внешнему* и *внутреннему*. Дозы облучения сильно различаются и зависят главным образом от того, где люди живут.

Источники внешнего облучения

Радиоактивный фон, создаваемый космическими лучами (0,3 мЗв/год), даёт чуть меньше половины всего внешнего облучения (0,65 мЗв/год), получаемого населением. Нет такого места на Земле, куда бы не проникали космические лучи. При этом надо отметить, что Северный и Южный полюса получают больше ра-

диации, чем экваториальные районы. Происходит это из-за наличия у Земли магнитного поля, силовые линии которого входят и выходят у полюсов.

Однако более существенную роль играет местонахождение человека. Чем выше поднимается он над уровнем моря, тем сильнее становится облучение, ибо толщина воздушной прослойки и её плотность по мере подъёма уменьшаются, а следовательно, падают защитные свойства.

Те, кто живёт на уровне моря, в год получают дозу внешнего облучения приблизительно 0,3 мЗв, на высоте 4000 метров — уже 1,7 мЗв. На высоте 12 км доза облучения за счёт космических лучей возрастает приблизительно в 25 раз по сравнению с земной. Экипажи и пассажиры самолётов при перелёте на расстояние 2400 км получают дозу облучения 10 мкЗм (0,01 мЗв или 1 мбэр), при полёте из Москвы в Хабаровск эта цифра уже составит 40-50 мкЗв. Здесь играет роль не только продолжительность, но и высота полёта.

Земная радиация, дающая ориентировочно 0,35 мЗв/год внешнего облучения, исходит в основном от тех пород полезных ископаемых, которые содержат калий-40, рубидий-87, уран-238, торий-232. Естественно, уровни земной радиации на нашей планете неодинаковы и колеблются большей частью от 0,3 до 0,6 мЗв/год. Есть такие места, где эти показатели во много раз выше.

Методы и средства защиты от ионизирующих излучений

Включают организационные, гигиенические, технические и лечебно-профилактические мероприятия, а именно:

- увеличение расстояния между оператором и источником;
- сокращение продолжительности работы в поле излучения;
- экранирование источника излучения;
- дистанционное управление;
- использование манипуляторов и роботов;
- полная автоматизация технологического процесса;
- использование средств индивидуальной защиты и предупредительных знаков радиационной опасности;
- постоянный контроль за уровнем излучения и за дозами облучения персонала.

Защита от внутреннего облучения заключается в устранении непосредственного контакта работающих с радиоактивными веществами и предотвращении попадания их в воздух рабочей зоны.

Необходимо руководствоваться нормами радиационной безопасности, в которых приведены категории облучаемых лиц, дозовые пределы и мероприятия по защите, и санитарными правилами, которые регламентируют размещение помещений и установок, место работ, порядок получения, учёта и хранения источников излучения, требования к вентиляции, пылегазоочистке, обезвреживанию радиоактивных отходов и др.

Методический комментарий

Решая эту задачу, ученики знакомятся с явлением радиации, видами радиации, действием радиации на организм человека, а также средствами защиты от радиации.

Узнают что от радиации можно защититься.

От источника радиации защищаются временем, расстоянием и веществом.

Временем — вследствие того, что чем меньше время пребывания вблизи источника радиации, тем меньше полученная от него доза облучения.

Расстоянием — благодаря тому, что излучение уменьшается с удалением от компактного источника (пропорционально квадрату расстояния). Если на расстоянии 1 метр от источника радиации дозиметр фиксирует 1000 мкР/час, то уже на расстоянии 5 метров показания снизятся приблизительно до 40 мкР/час.

Веществом — необходимо стремиться, чтобы между вами и источником радиации оказалось как можно больше вещества: чем его больше и чем оно плотнее, тем большую часть радиации оно поглотит. Что касается главного источника облучения в помещениях — радона и продуктов его распада, то регулярное проветривание позволяет значительно уменьшить их вклад в дозовую нагрузку. Кроме того, если речь идёт о строительстве или отделке собственного жилья, которое, вероятно, прослужит не одному поколению, следует постараться купить радиационно безопасные стройматериалы.

Анализируя полученную информацию, ученики делают вывод о пользы и вреде радиации, о том, как действуют различные виды излучений на человеческий организм, знакомятся с методами и средствами защиты от радиации, а также убеждаются в важности и необходимости знаний, приобретённых при решении задачи.