

Что такое космические лучи?

Автор: Науанон



Перевод: Е.А. Сигаева
Куратор: М.И. Панасюк



Рентгеновское излучение: ближайший родственник космических лучей

Вы когда-нибудь посещали рентгеновский кабинет в поликлинике? В 1896 году немецкий исследователь Вильгельм Конрад Рентген удивил весь мир, получив при помощи рентгеновского излучения изображение костей скелета. В то время он изучал еще неизвестное излучение, возникающее при работе с катодно-лучевой трубкой и назвал его x-лучами (X-rays). Вследствие своей высокой проникающей способности x-лучи, получившие в дальнейшем в России название рентгеновских, почти беспрепятственно проникают сквозь мышечную ткань. Вскоре после открытия выяснилось, что в чрезмерных дозах рентгеновское излучение может нанести вред здоровью.

В том же году французский ученый Антуан Анри Беккерель обнаружил, что соли урана также испускают загадочные лучи. К его удивлению, они могли проникать сквозь оберточную бумагу и засвечивать фотопластинки. По своим характеристикам это излучение сходно с рентгеновским, однако имеет и отличие от него.

Испускание излучения торием было обнаружено Герхардом Карлом Шмидтом в Германии и Марией Кюри во Франции в 1898 году. Это загадочное явление получило название «радиоактивность». Марии Кюри принадлежит открытие радия и полония. Благодаря очень высокой интенсивности излучения, которая оказалась в несколько десятков тысяч раз выше, чем у урана, радий начали использовать для различных исследований.

Ученые выделили три типа радиоактивности: положительно заряженные альфа-частицы, отрицательно заряженные бета-частицы и незаряженные гамма-лучи.

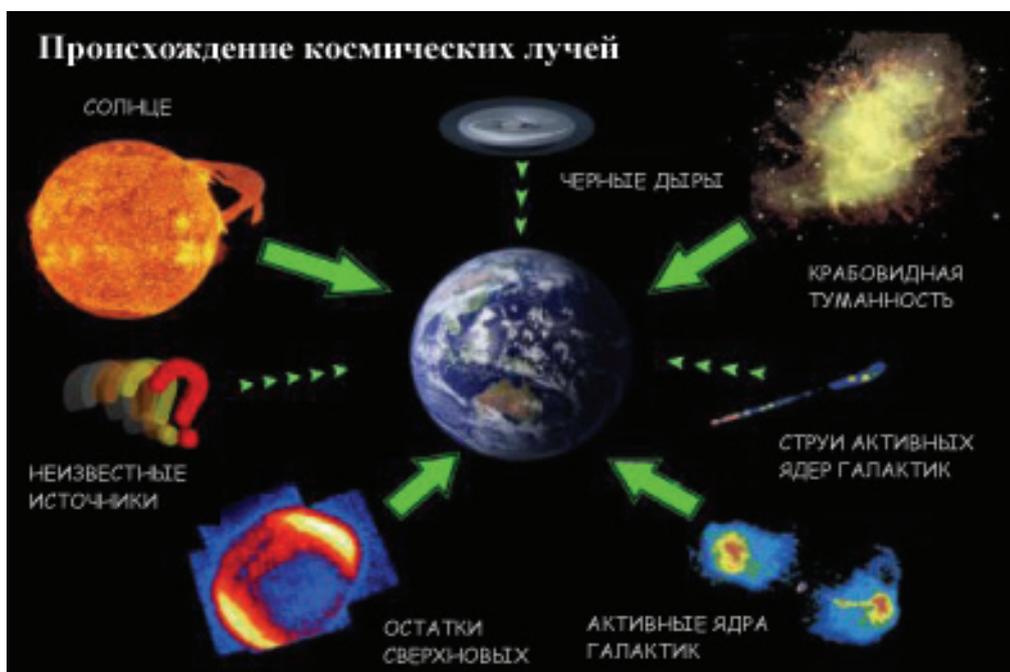
В 1903 году Мария Кюри, ее муж Пьер Кюри и Антуан Беккерель получили Нобелевскую премию по физике «за выдающиеся заслуги в совместных исследованиях явлений радиоактивности». Позднее, в 1911 году, Мария Кюри удостоилась еще одной Нобелевской премии, на этот раз по химии.

Определенные типы радиоактивного излучения, в том числе и рентгеновское излучение, в настоящее время используются в различных медицинских целях: для исследования внутренних органов и скелета, для лечения онкологических заболеваний и т.д. Однако, если дозу излучения не контролировать, оно может быть крайне опасным.

Работы Марии Кюри с радием привели в дальнейшем к выдающемуся открытию радиоактивного излучения космического происхождения. Это открытие космических лучей принадлежит австрийскому физiku Виктору Францу Гессу.

Хотя космические лучи обладают высокой проникающей способностью, они не могут навредить человеку благодаря земной атмосфере. Однако вне атмосферы Земли космические лучи представляют реальную угрозу, например, для космонавтов. Работая на орбите, они должны защищаться от их вредного воздействия.

Итак, что же такое космические лучи? В этой брошюре с помощью своих друзей Мол и Мирубо ты найдешь ответ на этот вопрос.



Крошечные загадочные
частицы постоянно
падают на Землю
из космического
пространства.

Это
- космические
лучи!

Ура-а-а!
Я их поймал!

Мирубо
- кот-робот.

На что ты
смотришь,
Мирубо?

На космические
лучи!

Мол - девочка,
интересующаяся
наукой.





Учитель,
мне нужна
Ваша
помощь!



Ты хочешь
увидеть
космические
лучи?

Да, я во что бы
то ни стало хочу
их увидеть.



Частицы, из которых
состоят космические
лучи, мельче, чем
вирусы, и мы
не можем увидеть их... невооруженным
глазом,
но у меня есть
идея.

Ура! Я знала,
что Вы что-нибудь
придумаете.



Давай попробуем
провести эксперимент
с диффузионной камерой.
Она может стать
детектором космического
излучения.

Диффузионная
камера???



Нам потребуются
спирт, сухой лед*,
лабораторный
стакан, вата
и полиэтиленовая
пленка



Сначала намочим
вату спиртом
и накроем ею
горлышко
стакана. Потом
замотаем сверху
пленкой...

...и туго закрепим
резинкой. Поставим
стакан на сухой лед,
чтобы охладить.

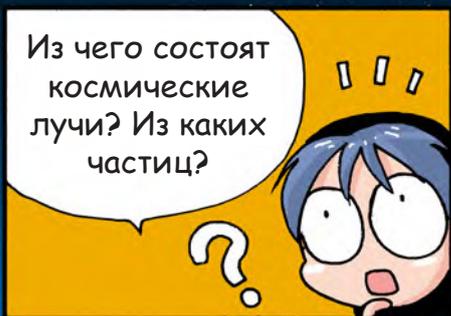
* ОСТОРОЖНО! Обращайтесь с сухим льдом аккуратно, не прикасайтесь к нему руками.



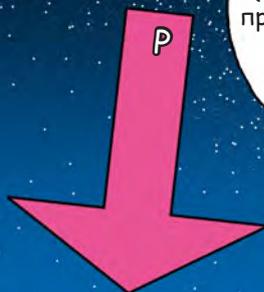




Из чего состоят космические лучи? Из каких частиц?



Первичное космическое излучение (т.е. космические лучи, пришедшие из открытого космоса) состоит преимущественно из протонов.



Первичные космические лучи

Взаимодействуя с атмосферой Земли и распадаясь, они образуют вторичное космическое излучение.

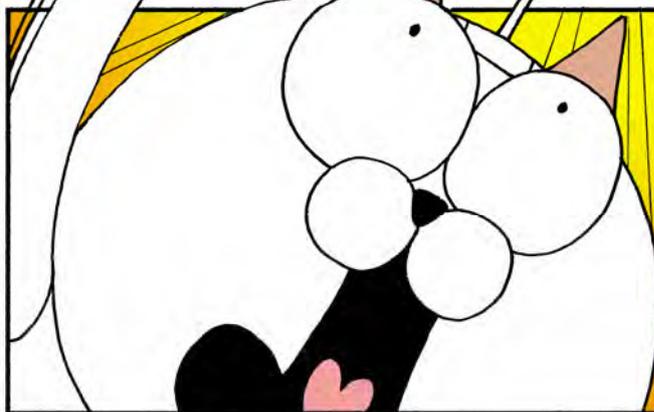
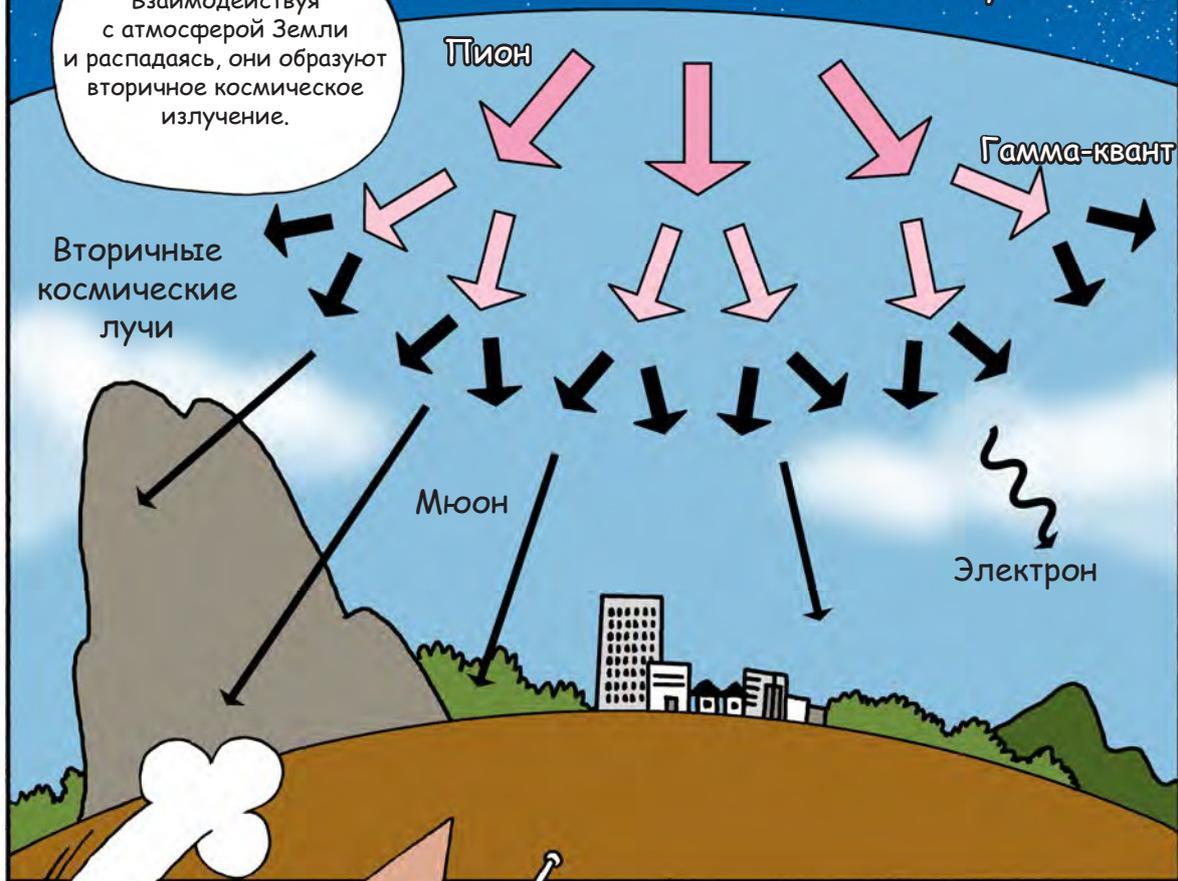
Вторичные космические лучи

Пион

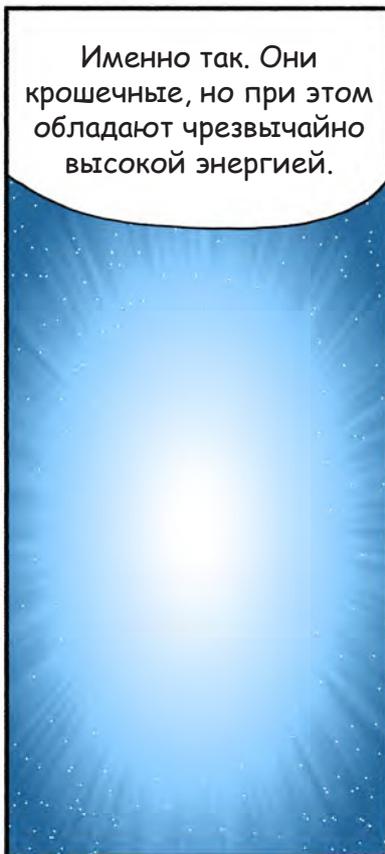
Гамма-квант

Мюон

Электрон



Я понял!
У поверхности Земли космические лучи состоят из крошечных частиц, образованных высокоэнергичными протонами.



Именно так. Они крошечные, но при этом обладают чрезвычайно высокой энергией.



Насколько высокой?

Давай рассмотрим всем хорошо знакомый пример - люминесцентную лампу, и сравним энергию ее света с энергией космических частиц.



Внутри люминесцентной лампы атомы переходят из возбужденного состояния с высокой энергией в основное квантовое состояние с низкой энергией за счет испускания излишка энергии в виде света.

Они испускают энергию, равную 2 электрон-вольтам (эВ).



Ну, а энергия отдельных частиц космических лучей составляет...

1 МИЛЛИАРД электрон-вольт!!!



Ой-ой-ой!! Если эти частицы попадут в нас,...

...ВОТ ЭТО будет удар!



Постой! Я никогда не слышал об этих опасных частицах.

Почему они никого не волнуют?



Частицы космических лучей обладают высокой энергией, однако их очень мало.

Учитывая размер Земли, достигающих ее частиц космических лучей слишком мало, чтобы они могли как-то воздействовать на нас.



Это все равно, что считать, будто бы одной капли дождя достаточно, чтобы спастись от засухи.

О, я понял... Это и вправду совсем мало.



То есть космические лучи совсем слабые! Я думала, они со своей энергией хоть на что-то способны!

Ты права, Мол.



Они приходят к нам так издалека и оказываются такими бесполезными?

На них можно не обращать внимания. Они незваные гости на нашей Земле.





Что такое космические лучи?



Я хочу узнать побольше о космических лучах. Прежде всего, какова их энергия?



Энергия космических лучей более, чем в тысячу раз превышает энергию других естественных источников радиации. Для космических лучей ультравысоких энергий - в 10 миллиардов раз.



Ух ты, что дает им такую высокую энергию?



Отличный вопрос, Мол. Космические лучи получают энергию при столкновениях с другими частицами.



А откуда они приходят?



Они рождаются на Солнце, в далеких звездах далеких галактик. Они появляются во время солнечных вспышек и взрывов сверхновых.



Их можно увидеть? Какого они цвета, формы, запаха?



Я могу их видеть, но я не знаю их цвета и запаха. Во всяком случае, они точно не пахнут так, как ростбиф.



Космические лучи состоят из очень маленьких частиц, и их нельзя увидеть даже в микроскоп. У них нет цвета и запаха. Но существуют специальные приборы, один из которых называется диффузионной камерой, и они могут помочь нам увидеть их. Лучи приходят из космоса со скоростью, приблизительно равной скорости света, и поливают нашу Землю, как из душа.



А как насчет Марса и Луны? Там они тоже есть?



Разумеется. Марс окружен тонким слоем атмосферы, поэтому считается, что по сравнению с Луной его поверхности достигает только половина частиц космических лучей. Космические лучи представляют собой потенциальную опасность для людей, путешествующих в космосе, но я надеюсь, что это не относится к тебе, Мирубо.



Фр-р-р! Я отлично сконструирован.



Ты счастливчик, Мирубо. Учитель, скажите, а как при помощи космических лучей можно искать воду на Марсе и Луне?



Космические лучи способны проникать на глубину до 40 см вглубь Марса и Луны, а значит, они могли бы достичь льда, который сверху прикрыт слоем пыли. В этом случае ядра водорода отразили бы частицы космических лучей наподобие того, как это бывает в бильярде. А мы могли бы зарегистрировать отраженные лучи при помощи спутникового оборудования. В случае, если отраженный поток возрастает, мы можем точно определить место возможного наличия воды.



А как насчет кислорода? Ведь вода (H_2O) состоит из кислорода (O) и водорода (H_2). Откуда мы узнаем, что там есть и кислород?



Это хороший вопрос. Для того, чтобы подтвердить наличие воды, можно, например, пробурить скважину на лунном полюсе, где наблюдается высокий уровень отраженных космических лучей.



А Земля испускает космические лучи, как Солнце? Я смогу это выяснить, если полечу на Луну?



Излучение горных пород на Земле настолько слабое, что оно поглощается в атмосфере. Между тем, низкоэнергичное гамма- и рентгеновское излучение, испускаемое во время полярных сияний и гроз, может быть зарегистрировано с Луны, поскольку оно образуется высоко в атмосфере. Но энергия этого излучения слишком низка, чтобы его можно было назвать космическими лучами, подойдет разве что «земные лучи».



Земные лучи? Как здорово!!



Я постараюсь усовершенствовать свои технические параметры, чтобы слетать на Луну и посмотреть на «земные лучи» собственными глазами!

Чем выше мы поднимаемся, тем больше узнаем



Наблюдения космических лучей обычно проводят высоко в горах. Ты знаешь почему? Потому что Земля окружена атмосферой.

Французский ученый Блез Паскаль провел важные исследования давления воздуха. Одна из единиц измерения атмосферного давления - гектопаскаль (гПа) названа в его честь. Один гектопаскаль равен ста паскалям. В России для измерения атмосферного давления используют другую единицу измерения - миллиметры ртутного столба (мм рт. ст.).

Происхождение этой единицы связано со способом измерения атмосферного давления при помощи барометра, в котором давление уравновешивается столбиком жидкости, обычно ртути. Стандартным атмосферным давлением называют атмосферное давление на уровне моря, и оно составляет 760 мм рт. ст. или 101 325 Па. Значит, давление одного миллиметра ртутного столба составляет $101\ 325/760 \approx 133.3$ Па.

Ты наверняка слышал прогноз погоды по телевидению, в котором говорят, что атмосферное давление в центре тайфуна составляет, например, 910 гектопаскалей (примерно 680 мм рт. ст.). Это очень сильный тайфун. Атмосферное давление в его центре на 10% ниже стандартного.

На вершинах гор атмосферное давление еще ниже. Например, Солнечный нейтронный телескоп на горе Норикура (Япония) расположен на высоте 2270 м над уровнем моря, и там давление на 25% ниже, чем на уровне моря. На вершине горы Фудзияма

(3776 м, Япония) оно ниже нормального на 40%.

Обсерватория Чакалтайя в Боливии расположена на высоте 5250 м над уровнем моря, где воздух в два раза более разреженный. Если ты когда-нибудь видел съемку альпинистов, штурмующих Эверест, ты можешь представить, как сложно людям находиться в таком разреженном воздухе. Тем не менее разреженный воздух облегчает наблюдение за космическими лучами, ведь их частицы сталкиваются с молекулами (мельчайшими частицами) воздуха и поглощаются в атмосфере. Здесь концентрация космического излучения больше в целых 10 раз. На горе Чакалтайя можно использовать научное оборудование размером в 10 раз меньше, чем на горе Норикура. Более того, при работе с одинаковым оборудованием на Чакалтайя получают более точные данные.

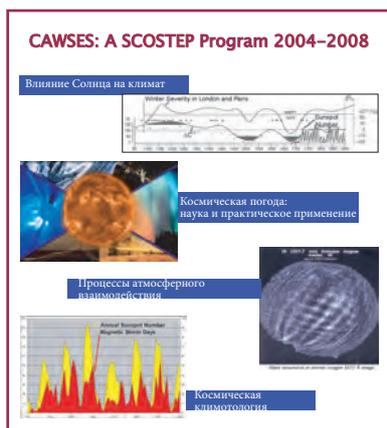
Теперь ты понял, почему чем выше мы поднимаемся, тем больше можем узнать о космических лучах?



Солнечный нейтронный телескоп на горе Норикура



Обсерватория Чакалтайя (фото предоставлено группой бразильско-японского эксперимента с эмульсионной камерой, обсерватория Чакалтайя)



Климат и погода в системе Солнце-Земля (CAWSES)

CAWSES является международной программой, созданной Научным комитетом по солнечно-земной физике - SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics) с целью расширения нашего понимания космического пространства и его влияния на Землю. Задачи CAWSES включают координацию международной деятельности по наблюдениям, построению моделей и теоретическим расчетам, объединение ученых из развитых и развивающихся стран, и создание образовательных ресурсов для учащихся всех уровней. Офис CAWSES расположен в Бостонском университете (Бостон, Массачусетс, США). Основные направления работы CAWSES: влияние Солнца на климат Земли, космическая погода и климатология, атмосферные процессы.

<http://www.bu.edu/cawses/>
<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SCOSTEP/scostep.html>



Лаборатория солнечно-земных связей (STEL), университет Нагоя, Япония

Лаборатория STEL действует в рамках системы междууниверситетского сотрудничества Японии. Ее целью является содействие «исследованиям структуры и динамики системы Солнце-Земля» совместно с университетами и научными организациями Японии и других стран. Лаборатория состоит из подразделений по изучению гелиосферы, атмосферы, ионосферы, магнитосферы и объединенных исследований. Геокосмический исследовательский центр, чьей задачей является координация и продвижение совместных исследовательских проектов, также входит в состав лаборатории. Семь обсерваторий (станций наблюдения), расположенных в разных точках страны, проводят наземные исследования различных физических и химических явлений.

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

はやのん Hayanon

Хэянан - японская писательница и мультипликатор. Закончила физический факультет университета Рюкю. Совмещая глубокие познания в научной области и большой опыт компьютерных игровых разработок, она выпустила ряд комиксов в популярных журналах. Ее последовательный стиль изложения, пробуждающий интерес к научным исследованиям, признан всеми читателями.
<http://www.hayanon.jp/>

子供の科学 Kodomo no Kagaku (Наука для детей)

Ежемесячный журнал для детей Kodomo no Kagaku выходит в издательстве Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. С самого первого номера, появившегося в 1924 году, журнал последовательно поддерживает идею научного образования, представляя на своих страницах различные аспекты науки, от объяснения явлений, наблюдаемых в повседневной жизни, до передовых научных исследований.
<http://www.seibundo.net>

Серия "Что такое космические лучи?" опубликована в кооперации с Kodomo no Kagaku. Мол, Мирубо и Сэнсей выражают благодарность Лизе Кин и Джо Аллену за помощь в подготовке английской версии их истории.

Оригинал создан Лабораторией солнечно-земных связей университета Нагоя и Научным комитетом по солнечно-земной физике в рамках программы CAWSES
Перевод на русский язык: Е.А. Сигаева, НИИЯФ МГУ. Куратор: М.И. Панасюк, НИИЯФ МГУ.