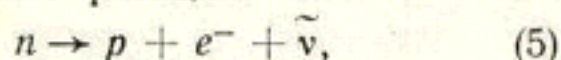


оставляя в среднем на долю электрона лишь половину *). Таким образом, вместо реакций (1) и (2) нужно записать такие реакции:



Символ ν соответствует нейтрину а $\bar{\nu}$ — антинейтрину (о различиях между ними будет рассказано дальше).

Важным подтверждением этой гипотезы явились эксперименты, в которых исследовалась отдача ядер, образующихся в результате β -распада. Было показано, что ядро отдачи и электрон вовсе не разлетаются в противоположные стороны. Это также свидетельствует о рождении еще одной какой-то частицы при β -распаде. Ведь закон сохранения количества движения (импульса) требует, чтобы центр масс всех разлетающихся в результате β -распада частиц оставался на месте — ведь распадающееся ядро первоначально покоится (с точностью до теплового движения). Образовавшиеся ядро отдачи и электрон, как показывает опыт, разлетаются под любыми углами друг к другу. Но тогда суммарный вектор их количества движения не равен нулю! Если же учесть, что вылетающая частица уносит с собой некоторый импульс, то закон сохранения импульса может быть выполнен.

Но самое замечательное то, что между недостающим значением энергии E_ν и величиной «нескомпенсированного» импульса p_ν оказывается всегда имеет место очень простое соотношение: $E_\nu = p_\nu c$, где c — скорость света. Но ведь это известное соотношение между энергией и импульсом фотона — частицы, движущейся со скоростью света и имеющей нулевую массу покоя. Такое же соотношение устанавливает теория относительности для тел, движущихся со скоростью, близкой к скорости света, то есть для тел с весьма малой или

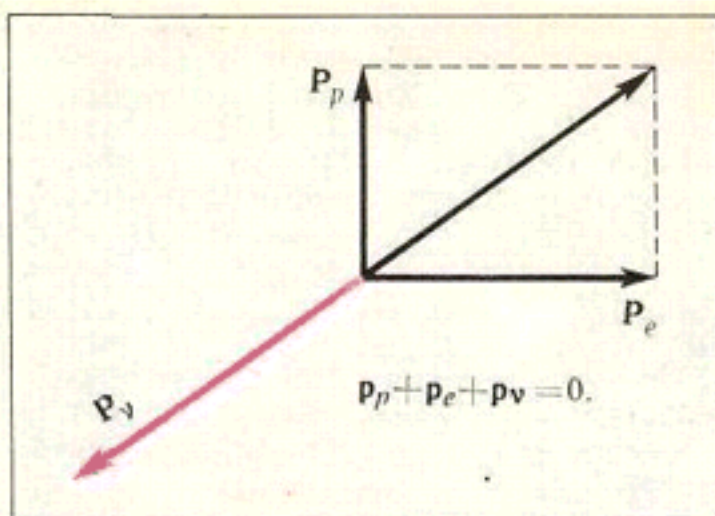


Рис. 4.

даже равной нулю массой покоя *). Итак, предположив, что при β -распаде вылетает нейтрин, мы обеспечиваем выполнение обоих фундаментальных законов сохранения (энергии и импульса) и получаем возможность правильно рассчитать энергии частиц — продуктов распада.

Для примера еще раз рассмотрим распад свободного нейтрона. Пусть электрон и протон разлетелись под углом 90° , кинетическая энергия электрона $E_e = 200$ кэВ. Какова при этом энергия протона?

Составляем два уравнения: закон сохранения энергии

$$E_0 = E_\nu + E_p + E_e \quad (7)$$

и закон сохранения импульса (рис. 4)

$$p_\nu^2 = p_e^2 + p_p^2. \quad (8)$$

Здесь $E_0 = 780$ кэВ — полная энергия, выделяющаяся при β -распаде нейтрона (см. рис. 2), E_ν и p_ν — энергия и импульс нейтрин, причем $E_\nu = p_\nu c$. Импульс электрона p_e и его кинетическая энергия с учетом поправок теории относительности связаны между собой так:

$$p_e^2 c^2 = E_e^2 + 2E_e m_e c^2.$$

Действительно, импульс электрона равен $p_e = \frac{m_e v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ (m_e — масса покоя электрона), полная энергия электрона равна $E = \frac{m_e c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$, энергия покоя равна $E_0 = m_e c^2$. Тогда кинетическая энергия электрона

$$E_e = E - E_0 = m_e c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1 \right).$$

*) См., например, статью И. П. Стаханова «Масса и энергия в теории относительности», «Квант», 1975, № 3.

*) С точностью до энергии ядра отдачи.

ИНФОРМАЦИЯ

ПОСТУПАЙТЕ В ВЗМШ!

ВЗМШ — это Открытый лицей «Всероссийская заочная многопредметная школа» Российской Академии образования, работающий при Московском университете им. М.В. Ломоносова.

Наша цель — рассказать о многих увлекательных вещах, часто остающихся за страницами школьных учебников, предложить и помочь решить интересные разнообразные задачи, научить самостоятельно работать с книгой, грамотно, четко и кратко излагать свои мысли на бумаге.

Всем окончившим ВЗМШ (в том числе ее филиалы и группы «Коллективный ученик» — см. ниже) выдаются соответствующие удостоверения.

ВЗМШ имеет отделения математики, биологии, физики, филологии и экономики. На Северо-Западе России работает Заочная школа Ленинградского областного Министерства образования, созданная при Санкт-Петербургском университете; она имеет отделения математики, биологии и химии (подробности см. ниже).

Для поступления в школу надо успешно выполнить вступительную контрольную работу. Преимуществом пользуют-

ся проживающие в сельской местности, поселках и небольших городах — там нет крупных научных центров и поэтому дополнительное образование можно получить лишь заочно.

Чтобы быть принятым, не обязательно решить все задачи. Нас интересует ваше умение рассуждать, попытки (пусть даже не совсем удачные) самостоятельно мыслить и делать выводы, ваша тяга к знаниям.

Решения задач надо написать на русском языке в ученической тетради в клетку и выслать ее *простой* бандеролью, не сворачивая в трубку. Задачи надо записать в том же порядке, как и у нас, причем сначала условие, потом — решение.

На обложку тетради наклейте листок бумаги, разграфив и заполнив его по прилагаемому образцу (на каждое отделение — свое количество задач).

В тетрадь вложите два листка бумаги размером 6×14 см с вашим полным почтовым адресом (с индексом!), а также конверт с адресом.

Если вы хотите поступить сразу на несколько отделений, каждую работу присылайте в отдельной тетради.

Выдержав конкурс и поступив к нам, вы будете, начиная с сентября 1995 г., получать наши материалы, содержащие изложение теоретических вопросов, задачи для самостоятельного решения (с образцами решения задач) и контрольные работы. Выполненные вами работы будут проверяться и тщательно рецензироваться преподавателями ВЗМШ — студентами, аспирантами и преподавателями МГУ и других вузов, в которых имеются наши филиалы, а также научными сотрудниками различных учреждений. Филиалы работают по тем же программам и учебным пособиям, что и московская группа ВЗМШ (С-З ВЗМШ в Санкт-Петербурге — по своим пособиям и программам).

Предполагается, что часть заданий будет даваться по журналу «Квант», поэтому мы советуем подписаться на него.

Без вступительной работы, только по заявлению, принимаются на индивидуальное обучение участники республиканских и победители областных (краевых) олимпиад для школьников и учащихся СПТУ.

Не успевшие или не сумевшие поступить в ВЗМШ на индивидуальное обучение могут заниматься в группах «Коллективный ученик ВЗМШ» (кроме отделения экономики). Каждая такая группа — кружок, работающий под руководством школьного учителя или другого преподавателя по той же программе и пособиям, что на индивидуальном обучении. Прием в эти группы производится до 15 октября 1995 г. на трех-, двух- и одногодичный потоки (на физическое отделение — на одно- и двухгодичный потоки). Для зачисления в ВЗМШ достаточно заявления руководителя группы с приложением списка учащихся, количества лет обучения; оно должно быть подписано руководителем учреждения, при котором будет работать группа, и заверено печатью. Работа руководителей групп «Коллективный ученик ВЗМШ» может оплачиваться школами по представлению ВЗМШ как факультативные занятия. Заявления следует направлять в адрес ВЗМШ.

Проживающие на Северо-Западе России (в Архангельской, Калининградской, Ленинградской, Мурманской, Новгородской, Псковской областях, Карельской и Коми республиках), в Беларуси (кроме Витебской и Могилевской областей) и в Прибалтике, желающие поступить на отделения математики, биологии и химии, высылают работы по адресу: 198097, Санкт-Петербург, ул. Трефолева, д. 32, С-З ВЗМШ (на прием).

Проживающие в остальных регионах России, дальнего и ближнего зарубежья высылают работы в адрес ВЗМШ или (по математике) соответствующего филиала.

Адрес ВЗМШ: 119823, ГСП, Москва, В-234, МГУ, ВЗМШ, на прием (с указанием отделения).

Филиалы математического отделения ВЗМШ при университетах имеются в городах: Бишкек, Воронеж, Донецк, Екатеринбург, Иваново, Ижевск, Магадан, Самара, Ульяновск, Чебоксары, Челябинск, Ярославль; филиалы при педагогических институтах — в городах: Акмола, Бирск, Витебск, Киров, Петропавловск, Тернополь, Уральск, Ходжент; работают также филиалы при Брянском доме творчества молодежи и Могилевском областном Дворце пионеров.

Срок отправки вступительных работ — не позднее 25 апреля 1995 г. (по почтовому штемпелю).

Учащиеся ОЛ «ВЗМШ» частично возмещают расходы на свое обучение. ВЗМШ — некоммерческое учреждение дополнительного образования, наша цель — не получение прибыли, а помощь всем интересующимся разными областями

Область (Республика)	Московская
Фамилия, имя, отчество	Иванов Петр Петрович
Год рождения ученика	1980
Класс, школа с адресом	8 кл. "Б" школы №2; 123456, г. Баян, ул. Лебедева, д. 4
Фамилия, имя, отчество учителя (математики)	Учитель математики - Орлов Борис Петрович
Место работы и должность родителей	Отец - шофер автобазы №1 Мать - медсестра больницы №7
Полный почтовый адрес (с индексом!)	123456, г. Баян, ул. Строителей, д. 1, корп. 4, кв. 12

№ №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего баллов