

Памяти АНАТОЛИЯ ИВАНОВИЧА НАУМОВА

АНАТОЛИЮ ИВАНОВИЧУ НАУМОВУ посвящается



Теоретическая физика и ее фундаментальные идеи во многом формируют и определяют мировоззрение человека в целом.

Если вы хорошо освоили теоретическую физику, то на школьных уроках будете чувствовать себя легко и раскованно, а в противном случае будете учиться, как бы изучали учебник на полдник не за катушку. Причина проста - хорошие учителя в состоянии взглянуть на мир с высоты птичьего полета, откуда все видно.

А.И. Наумов

"Мы живем в макромасштабе сравнительно медленных движений и средних расстояний и не можем себе априори представить, что происходит вне этой области. Но там обитает одна частица-призрак..."

В нем долго не верили, потом считали неуловимой, но все же поймали. Она сначала существовала в порядке одиночества, а сейчас выступает в трех лицах: да еще вместе с их зеркальными изображениями. Она почти ничто, ибо исключительно прокладывает сквозь земной шар, даже не заметив его присутствия. Но здесь, никак не обогатив нас этого излитою наречия "ничто". Именно благодаря ей "ничто" превратилось в осязаемое "что-то", без которого немыслима современная физика. Это "ничто" служит тончайшим экраном для исследования структуры материи, оно активно участвует в процессах высвобождения энергии в недрах звезд, в том числе и Солнца. Это нечто-ничто твердо признано фундаментальной частицей - одной из немногих разновидностей тех "квартичек", из которых строится материя. Имя этой частицы - НЕЙТРИНО.

Нейтрино поступает из космического пространства и звезд; оно появляется в радиоактивных процессах и при возникновении галактик. Приблизительно 15 миллиардов лет назад произошел Большой Взрыв. Он привнес на свет разные части вещества, из которого состоят звезды, планеты и жизнь на Земле, а также - антинейтрино. Матрица и антиматрица по своим свойствам должны были несимметрично уменюжить друг друга при высвобождении. Однако, по каким-то причинам, они не сделали этого. Матрица существует и поныне! Обобщенное тому может служить наличие небольшого дисбаланса между веществом и антивеществом. И именно нейтрино отыскало роль жизненно важного недостающего звена в этой давней загадке.

"Ты не думай с презрением: Кажли малюке семени! - Это ведь красный перец", писал Мауро Басе в XVII в.

У меня к нейтрино особое, а вы сказали, нежное отношение. Оно стало постоянным моим спутником, росло и зрело вместе со мной, доставило много радостных и волнующих минут. Я в неоплатном долгу перед этой частицей. И в какой-то мере пытаюсь выложить свой долг, рассказывая о биографии великого нейтрино, приобщая к его таинству и великолепию как можно более широкий круг людей".

...из неоконченной книги «55 лет из жизни нейтрино»



За долгие годы педагогической деятельности в Высшей школе (в работе более 50 лет) и встречаясь со многими преподавателями. Однако, я не могу припомнить среди преподавателей среднего поколения столь блестящих людей, каковыми были Анатолий Иванович Наумов. Он считал в себе качества отличного физика широкого диапазона знаний и блестящего преподавателя. Его аудитория была практически безбраздной. С ним можно было беседовать по любому вопросу и всегда услышать что-либо интересное и нетривиальное.

Профессор Б.М. Яворский

В конце девятнадцатого века конструкторы стали строить самолеты. Планируя полет, в первую очередь определяли способ, позволяющий поддерживать горизонтальное движение, что требовало знания угла наклона крыла. Расчеты проводились вручную, что занимало много времени. Впервые самолет был построен инженером авиации Леоном Бернулли. Он предложил использовать для расчета дифференциальное исчисление. Имя его вышло из книги "Угол наклона крыла самолета" и в дальнейшем вошло в терминологию. "Угол наклона крыла" стал синонимом угла атаки. Это понятие широко используется в аэродинамике и в других областях науки. В 1888 году было открыто радиоактивное явление - радиоактивность. Оно представляет собой самопроизвольное превращение нестабильных ядер в стабильные. Это явление широко используется в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и других областях науки.

В начале двадцатого века конструкторы стали строить самолеты. Планируя полет, в первую очередь определяли способ, позволяющий поддерживать горизонтальное движение, что требовало знания угла наклона крыла. Расчеты проводились вручную, что занимало много времени. Впервые самолет был построен инженером авиации Леоном Бернулли. Он предложил использовать для расчета дифференциальное исчисление. Имя его вышло из книги "Угол наклона крыла самолета" и в дальнейшем вошло в терминологию. "Угол наклона крыла" стал синонимом угла атаки. Это понятие широко используется в аэродинамике и в других областях науки. В 1888 году было открыто радиоактивное явление - радиоактивность. Оно представляет собой самопроизвольное превращение нестабильных ядер в стабильные. Это явление широко используется в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и других областях науки.

В начале двадцатого века конструкторы стали строить самолеты. Планируя полет, в первую очередь определяли способ, позволяющий поддерживать горизонтальное движение, что требовало знания угла наклона крыла. Расчеты проводились вручную, что занимало много времени. Впервые самолет был построен инженером авиации Леоном Бернулли. Он предложил использовать для расчета дифференциальное исчисление. Имя его вышло из книги "Угол наклона крыла самолета" и в дальнейшем вошло в терминологию. "Угол наклона крыла" стал синонимом угла атаки. Это понятие широко используется в аэродинамике и в других областях науки. В 1888 году было открыто радиоактивное явление - радиоактивность. Оно представляет собой самопроизвольное превращение нестабильных ядер в стабильные. Это явление широко используется в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и других областях науки.

В начале двадцатого века конструкторы стали строить самолеты. Планируя полет, в первую очередь определяли способ, позволяющий поддерживать горизонтальное движение, что требовало знания угла наклона крыла. Расчеты проводились вручную, что занимало много времени. Впервые самолет был построен инженером авиации Леоном Бернулли. Он предложил использовать для расчета дифференциальное исчисление. Имя его вышло из книги "Угол наклона крыла самолета" и в дальнейшем вошло в терминологию. "Угол наклона крыла" стал синонимом угла атаки. Это понятие широко используется в аэродинамике и в других областях науки. В 1888 году было открыто радиоактивное явление - радиоактивность. Оно представляет собой самопроизвольное превращение нестабильных ядер в стабильные. Это явление широко используется в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и других областях науки.

В начале двадцатого века конструкторы стали строить самолеты. Планируя полет, в первую очередь определяли способ, позволяющий поддерживать горизонтальное движение, что требовало знания угла наклона крыла. Расчеты проводились вручную, что занимало много времени. Впервые самолет был построен инженером авиации Леоном Бернулли. Он предложил использовать для расчета дифференциальное исчисление. Имя его вышло из книги "Угол наклона крыла самолета" и в дальнейшем вошло в терминологию. "Угол наклона крыла" стал синонимом угла атаки. Это понятие широко используется в аэродинамике и в других областях науки. В 1888 году было открыто радиоактивное явление - радиоактивность. Оно представляет собой самопроизвольное превращение нестабильных ядер в стабильные. Это явление широко используется в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и других областях науки.

РОЖДЕНИЕ

Анатолий Иванович Наумов родился 15 ноября 1923 года в городе Ленинграде. Его родители были инженерами. Он окончил Ленинградский политехнический институт с отличием. В 1945 году поступил в аспирантуру Ленинградского политехнического института. В 1948 году защитил кандидатскую диссертацию. В 1950 году стал доцентом. В 1955 году стал профессором. В 1960 году стал доктором наук. В 1965 году стал академиком. В 1970 году стал членом-корреспондентом. В 1975 году стал членом-корреспондентом. В 1980 году стал членом-корреспондентом. В 1985 году стал членом-корреспондентом. В 1990 году стал членом-корреспондентом. В 1995 году стал членом-корреспондентом. В 2000 году стал членом-корреспондентом. В 2005 году стал членом-корреспондентом. В 2010 году стал членом-корреспондентом. В 2015 году стал членом-корреспондентом. В 2020 году стал членом-корреспондентом.

ВЕТСТВО

В 1945 году А.И. Наумов поступил в аспирантуру Ленинградского политехнического института. В 1948 году защитил кандидатскую диссертацию. В 1950 году стал доцентом. В 1955 году стал профессором. В 1960 году стал доктором наук. В 1965 году стал академиком. В 1970 году стал членом-корреспондентом. В 1975 году стал членом-корреспондентом. В 1980 году стал членом-корреспондентом. В 1985 году стал членом-корреспондентом. В 1990 году стал членом-корреспондентом. В 1995 году стал членом-корреспондентом. В 2000 году стал членом-корреспондентом. В 2005 году стал членом-корреспондентом. В 2010 году стал членом-корреспондентом. В 2015 году стал членом-корреспондентом. В 2020 году стал членом-корреспондентом.

ЮНОСТЬ

В 1945 году А.И. Наумов поступил в аспирантуру Ленинградского политехнического института. В 1948 году защитил кандидатскую диссертацию. В 1950 году стал доцентом. В 1955 году стал профессором. В 1960 году стал доктором наук. В 1965 году стал академиком. В 1970 году стал членом-корреспондентом. В 1975 году стал членом-корреспондентом. В 1980 году стал членом-корреспондентом. В 1985 году стал членом-корреспондентом. В 1990 году стал членом-корреспондентом. В 1995 году стал членом-корреспондентом. В 2000 году стал членом-корреспондентом. В 2005 году стал членом-корреспондентом. В 2010 году стал членом-корреспондентом. В 2015 году стал членом-корреспондентом. В 2020 году стал членом-корреспондентом.

ЗРЕЛОСТЬ

В 1945 году А.И. Наумов поступил в аспирантуру Ленинградского политехнического института. В 1948 году защитил кандидатскую диссертацию. В 1950 году стал доцентом. В 1955 году стал профессором. В 1960 году стал доктором наук. В 1965 году стал академиком. В 1970 году стал членом-корреспондентом. В 1975 году стал членом-корреспондентом. В 1980 году стал членом-корреспондентом. В 1985 году стал членом-корреспондентом. В 1990 году стал членом-корреспондентом. В 1995 году стал членом-корреспондентом. В 2000 году стал членом-корреспондентом. В 2005 году стал членом-корреспондентом. В 2010 году стал членом-корреспондентом. В 2015 году стал членом-корреспондентом. В 2020 году стал членом-корреспондентом.

ВЕЧНОСТЬ

Имя, биография, нейтрино далеко еще не завершены, и от этой немерзевой частицы можно ожидать дальнейшего сюрприза.

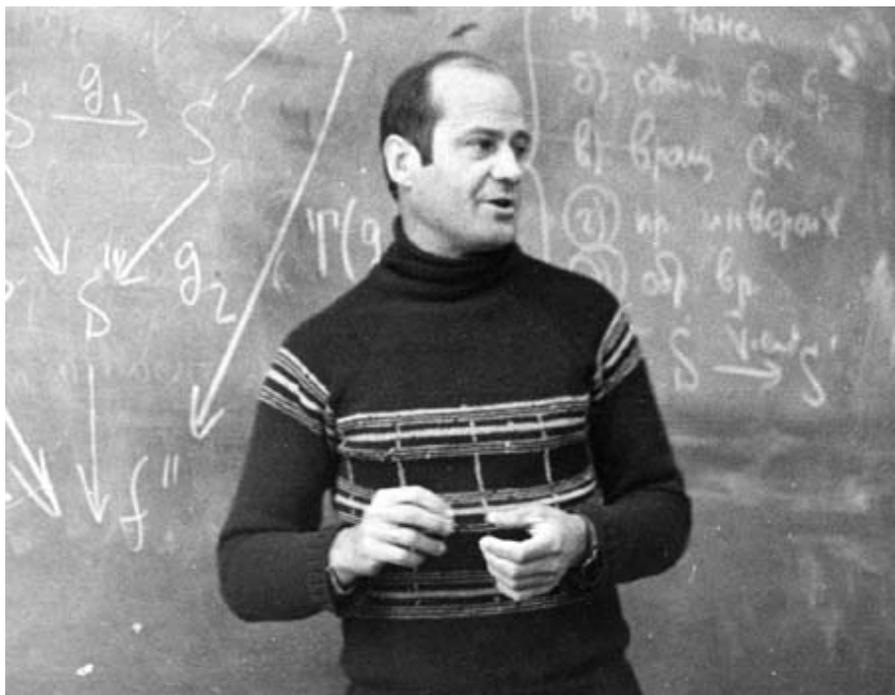
Использованы материалы

из неоконченной книги А.И. Наумова «55 лет из жизни нейтрино», его фото-архива и личных заметок

Стенд подготовили:

Тамара Моисеевна Наумова
Елена Анатольевна Наумова

Москва, 2008 г.

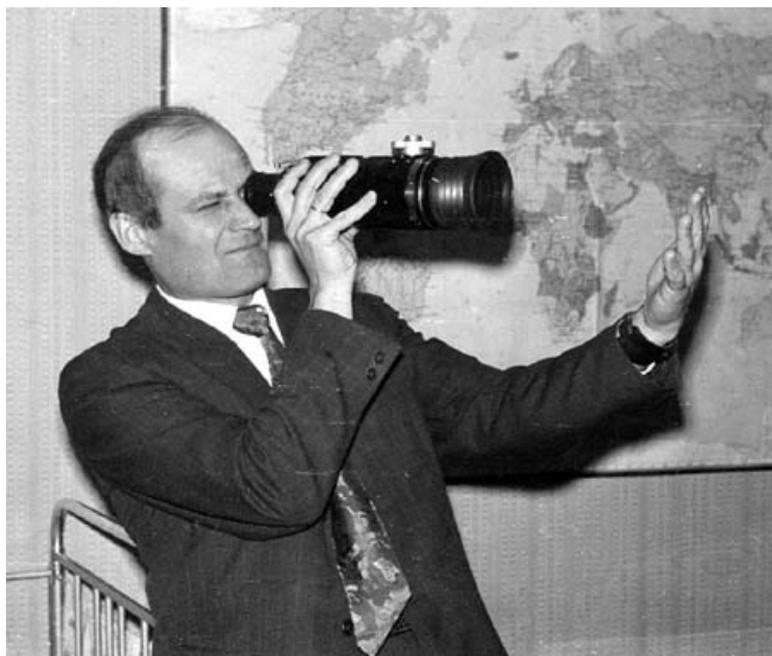


Теоретическая физика и ее фундаментальные идеи во многом формируют и определяют мировоззрение человека в целом. Если вы хорошо освоили теоретическую физику, то в жизни будете чувствовать себя легко и раскованно, а в противном случае будете мучаться, как бы шустрый ученик не посадил вас в калошу. Причина простая: хороший учитель в состоянии взглянуть на мир с высоты птичьего полета, откуда все видно.

А.И. Наумов

За долгие годы педагогической деятельности в Высшей школе (я работаю более 50 лет) я встречался со многими преподавателями. Однако, я не могу припомнить среди преподавателей среднего поколения столь блестящих людей, каким был Анатолий Иванович Наумов. Он сочетал в себе качества отличного физика широчайшего диапазона знаний и блистательного преподавателя. Его эрудиция была практически беспредельной. С ним можно было беседовать по любому вопросу и всегда услышать что-либо неожиданное и нетривиальное.

**Заслуженный деятель науки
Доктор физико-математических наук
Профессор Б.М. Яворский**



Мы живем в макромире сравнительно медленных движений и средних расстояний и не можем себе априори представить, что происходит вне этой области. **Но там обитает одна частица-призрак...**

В нее долго не верили, потом считали неуловимой, но все же поймали. Она сначала существовала в гордом одиночестве, а сейчас выступает в трех лицах, да еще вместе с их зеркальными изображениями. Она почти ничто, ибо может пройти сквозь земной шар, даже не заметив его присутствия. Но здесь никак не обойтись без этого хитрого наречия «почти». **Именно благодаря ей «ничто» превратилось в осязаемое «нечто»**, без которого немыслима современная физика. Это «нечто» служит тончайшим зондом для исследования структуры материи, оно активно участвует в процессах высвобождения энергии в недрах звезд, в том числе и Солнца. Это ничто-нечто твердо признано фундаментальной частицей – одной из немногих разновидностей тех «кирпичиков», из которых строится материя.

Имя этой частицы – НЕЙТРИНО.

Нейтрино поступают из космического пространства и звезд; они появляются в радиоактивных процессах и при возникновении галактик. Приблизительно 15 миллиардов лет назад произошел Большой взрыв. Он произошел на свет равные части вещества, из которого состоят звезды, планеты и жизнь на Земле; а также – антивещества. Материя и антиматерия должны были незамедлительно уничтожить друг друга при вспышке света. Однако по каким-то причинам они не сделали этого. Материя существует и поныне! Объяснением тому может служить наличие небольшого дисбаланса между веществом и антивеществом. И именно нейтрино отводится роль жизненно важного недостающего звена в этой давнишней загадке.

«Ты не думай с презреньем: Какие мелкие семена! - Это ведь красный перец», писал Мацуо Басе в 17 в.

У меня к нейтрино особое, я бы сказал, нежное отношение. Оно стало постоянным моим спутником, росло и зрело вместе со мной, доставило много радостных и волнующих минут. Я в неоплатном долгу перед этой частицей. И в какой-то мере пытаюсь выплатить свой долг, рассказывая о биографии великого нейтрино, приобщая к его таинству и великолепию как можно более широкий круг людей.

РОЖДЕНИЕ

В конце девятнадцатого века по-настоящему были открыты атомы. Поначалу они в лучших традициях древних греков считались последними кирпичиками мироздания. Известно, что однажды юный ученик Уильяма Томсона лорда Кельвина (того самого, чья температурная шкала) разгневал своего учителя. А задал он ему невинный вопрос, как устроен атом. Возмущенный мэтр воскликнул: «Молодой человек! Вы плохо изучали древнегреческий язык. Иначе бы Вы знали, что слово «атом» означает «неделимый», и не задавали бы глупых вопросов». Правым оказался, в конце концов, не умудренный знаниями учитель, а его любопытный ученик. В 1895 году были открыты рентгеновские лучи, в следующем году – радиоактивность, по прошествии еще года – электрон. Это и есть самое искомое начало, которое поможет нам прочитать первые страницы биографии нейтрино...

А в начале двадцатого века на свет появились родители Анатолия Ивановича.

Семья матери, Прасковьи Федоровны, жила в Смоленской области и переехала в Москву во времена коллективизации. Прасковья была волевой и решительной девушкой с очень ясной головой и математическим складом ума. К сожалению, она не получила должного образования и работала продавщицей пива. Ее расчетливый ум и феноменальная память проявлялись не только в работе и ведении домашнего хозяйства. Прасковья Федоровна реализовала свой талант в игре в преферанс. В ней она была достойным, практически непревзойденным соперником для лучших игроков физфака МГУ, где учился ее сын Толя.



Родители
Анатолия Ивановича:
Иван Иванович,
Прасковья Федоровна



Отец, Иван Иванович, был родом из Рязанской области. Их семья: родители, три брата и сестра, бежали в Москву от раскулачивания. Иван, младший из них, в 14 лет устроился работать помощником слесаря в пожарной дружине. Потом перешел на вагоностроительный завод им. 1905 года, где и проработал до пенсии слесарем седьмого, высшего разряда.

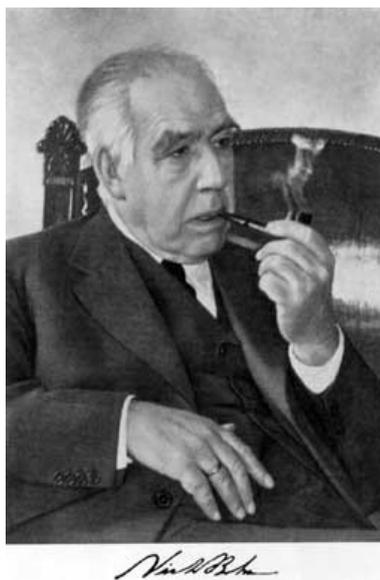
Иван Иванович был очень добрым и обаятельный человек с тонким чувством юмора и философским пониманием жизни. Надев щегольские белые штиблеты и темно-зеленый костюм, он и в старости мог станцевать «Яблочко» с выходом как

молодой! Но самое главное – Иван Иванович светился любовью и радушием. Он улыбался так широко, что можно было его улыбку сзади на бантик завязать.

25 ноября 1938 года в этой рабочей семье родился сын Толя. В нем объединились все лучшие черты родителей: логический образ мысли и любознательность, открытость и доброжелательность... Толя с детских лет умел общаться на равных с людьми всех поколений и слоев. Он уважал каждого собеседника и вызывал уважение к себе.



В 1914 году
Дж. Чедвик
обнаружил,
что
энергетический
спектр
бета-электронов
непрерывен.



1929 г. – В. Паули указал, что в распаде
 ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{84}^{210}\text{Po} + e^{-}$ не сохраняется момент импульса, так как у ядер
спины равны 1 и 0, а электрон уносит полуцелый момент.



1924 – Н. Бор высказал предположение о
возможности несохранения энергии в
элементарных микропроцессах

Итак, к 1930 году, ознаменовавшемуся рождением идеи нейтрино, было известно всего три элементарных частицы: электрон, протон и фотон. Картина мира выглядела так.

Все вещества состоят из атомов разных сортов. Каждый атом с порядковым номером Z представляет собой массивное положительное ядро с зарядом Ze , окруженное оболочкой из Z электронов. Сравнительно рыхлая электронная оболочка может легко перестраиваться. Она определяет химические и многие физические свойства вещества. В частности, его оптические свойства объясняются тем, что переходы атомных электронов между различными энергетическими уровнями сопровождаются испусканием и поглощением фотонов.

Сами фотоны имеют двойную роль: они являются квантами свободного электромагнитного поля, а также обуславливают электромагнитное взаимодействие между заряженными частицами.

Атомное ядро – довольно прочное образование. Оно может претерпевать ряд самопроизвольных превращений (радиоактивность) и участвовать во множестве процессов, вызванных другими частицами (ядерные реакции).

Очень красиво и очень экономно! Все три известные частицы активно работают, а в других вроде бы и нужды нет. Но это только на первый взгляд. ... Исследования закономерностей бета-распада и анализ трудностей протонно-электронной модели ядра говорили о том, что не все спокойно было в королевстве ядерном. Чего-то все-таки недоставало, чтобы навести в нем порядок. Слишком бедной была палитра. Красота оказалась иллюзорной, экономия обернулась скарденностью.

Вот тут-то на сцене и появилось нейтрино, а за ним и многое-многое другое.

Идея родилась в 1930 году после мучительных раздумий на кончике пера и предварительно была изложена в научной работе, весьма оригинальной по форме.

В полужутливом письме, посланном неким молодым человеком некоему ученому собранию, «дорогим радиоактивным дамам и господам», предлагается выход из некоего затруднения, по мнению самого автора маловероятный. Отправив письмо, молодой человек ворвался к своему другу с отчаянным возгласом: «Я сделал нечто ужасное!»

Американцы отвергли идею Паули, а итальянцы встретили ее с восторгом.

И уже через четыре года она стала великой.

ДЕТСТВО



Толя с детских лет умел общаться на равных с людьми всех поколений и слоев. Он уважал каждого собеседника и вызывал уважение к себе.



Он был блестящим учеником по всем предметам, и все же, в 12 лет... Но обратимся к его собственным словам из предисловия к неоконченной книге о нейтрине.

Впервые я услышал это слово в душный летний вечер 1950 года в подмосковном пионерском лагере. Наша отрядная вожатая безуспешно утихомиривала буйствующих мальчишек в тщетных попытках вынудить их заснуть. Все страшные и нестрашные истории, без которых мы никак не желали успокаиваться, были давно исчерпаны, и Ира находилась где-то на грани отчаяния. Но вдруг на нее снизошло, и она тихо заговорила об открытии и свойствах рентгеновских лучей, про существование которых все мы прекрасно знали. В то суровое и полуголодное послевоенное время у многих были слабые легкие, и рентгеноскопия являлась нашим хорошим знакомым. Неожиданно для самой вожатой отряд притих. Воодушевленная долгожданным эффектом, Ира продолжала. Обуздать мальчишек было теперь делом техники.

Но аппетит приходит во время еды. Наступил следующий вечер, и мы хором стали требовать еще какую-нибудь историю с физическим уклоном. И вот тут-то, когда она заговорила о бета-излучении, в жаркой ночной тишине и прозвучало это звенящее слово НЕЙТРИНО!!!

Мои товарищи восприняли его достаточно равнодушно. Но меня оно почему-то потрясло – наверное своей звучностью и таинственностью. Днем я пристал к Ире с просьбой рассказать еще о нейтрине, но что она могла поведать... Удивительно, откуда она вообще узнала об этой частице – не из тогдашнего же школьного учебника. А работала она нормировщицей на одном из московских заводов...

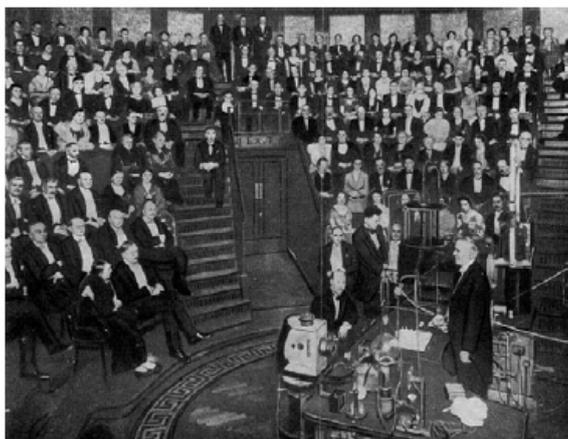
Так или иначе, а о нейтрине я услышал совсем рано и с тех пор никогда не забывал о нем.

В школьные годы я прочитал «Атомное ядро» М.И. Корсунского и всю весьма скудную тогда популярную литературу....



Послевоенный рабочий район Красная Пресня... Здесь он рос, хулиганил и дрался, был первым учеником в школе и встретил свою судьбу.

На первом же свидании он увлеченно рассказал ей об Эйнштейне. Было это в 9-м классе 101-й школы. Через год он подарил ей книгу «Что такое математика?»



В 1933 году В. Паули выступил со своей гипотезой на Сольвеевском конгрессе. Свойства нейтрино охарактеризованы здесь довольно исчерпывающим образом:

«Возможно, что масса нейтрино равна нулю, и, следовательно, эти частицы, подобно фотонам, движутся со скоростью света. Тем не менее их проникающая способность должна быть существенно больше, чем у фотонов с той же энергией. Мне кажется разумным предположить, что спин нейтрино равен $\frac{1}{2}$, и они подчиняются статистике Ферми».

1934 г. – Э. Ферми, основываясь на гипотезе нейтрино, построил теорию β -распада, которую считал своей лучшей работой. На ее основе были предсказаны процессы электронного захвата ядрами.

1934 г. – П.А. Черенков и его учитель С.И. Вавилов открыли черенковское излучение.

1936 г. – Н. Бор под натиском успехов теории Ферми отказывается, наконец, от идеи о несохранении энергии в микропроцессах.

А.И. Лейпунский с целью экспериментального подтверждения гипотезы нейтрино попытался измерить энергии ядер отдачи и позитронов в процессах β^+ -распада.

1938 г. – А.И. Алиханов и А.И. Алиханян предложили для обнаружения нейтрино исследовать отдачу ядер в процессе К-захвата.

1941 г. – Дж. Аллен реализовал эту идею и зарегистрировал энергию отдачи ядер лития. Расчет дает для нее очень маленькое значение: $T_{Li} \approx 45 \text{ эВ}$. Опыты Аллена подтвердили гипотезу нейтрино, но на вопрос, чему равна его масса, они не ответили.

1946 г. – Б.М. Понтекорво предложил метод детектирования нейтрино с помощью реакции захвата.

1952 г. – Дж. Родебак и Дж. Аллен зарегистрировали ядра отдачи хлора, возникающие при К-захвате в аргоне-37.

Относительно точное измерение энергии отдачи позволило сделать вывод, что масса нейтрино гораздо меньше массы электрона.

1953 г. – Е. Конопинский и Дж. Махмуд ввели особое квантовое число – лептонный заряд L . По определению $L=+1$ для нейтрино, $L=-1$ для антинейтрино.

1953-1956 г. – Ф. Рейнес и К. Коуэн зарегистрировали антинейтрино непосредственно – с помощью реакции захвата.

50-е годы характеризуются не только окончательным открытием нейтрино, но и установлением ряда важных его характеристик. В частности, был получен ответ на вопрос, чем же различаются ν и $\bar{\nu}$. В это же время были предприняты первые попытки по измерению массы нейтрино.



Э.Ферми



А.И. Лейпунский

ЮНОСТЬ

Когда я стал студентом первого курса физфака МГУ, нейтрино было зарегистрировано экспериментально.

Перед золотым медалистом Анатолием Наумовым встал выбор: МИФИ, ФИЗТЕХ или ФИЗФАК МГУ?

Победил ФИЗФАК, его академичность, изобилие кафедр самого разного направления. Анатолий никогда не жалел о сделанном выборе, считал Физфак своим домом. Здесь он обрел лучших своих друзей: Алика Беркова, Валеру Балбекова и Олега Кудрявцева.

С ними он познавал науку, играл в преферанс, ходил в походы, ездил поднимать целину. На пятом курсе они вместе восторженно встречали Нильса Бора, когда тот приезжал в Москву и выступал перед студентами МГУ.



ФИЗФАК МГУ 60-х годов... Много маститых ученых выросло в этих аудиториях. Анатолий учился в одной группе с сыном знаменитого Бруно Понтекорво, Мариной Зельдович, Александром Овчинниковым. А на курсе было более 20 групп... И Толя всегда был одним из самых лучших студентов факультета и одним из самых обаятельных и эрудированных юношей на планете.

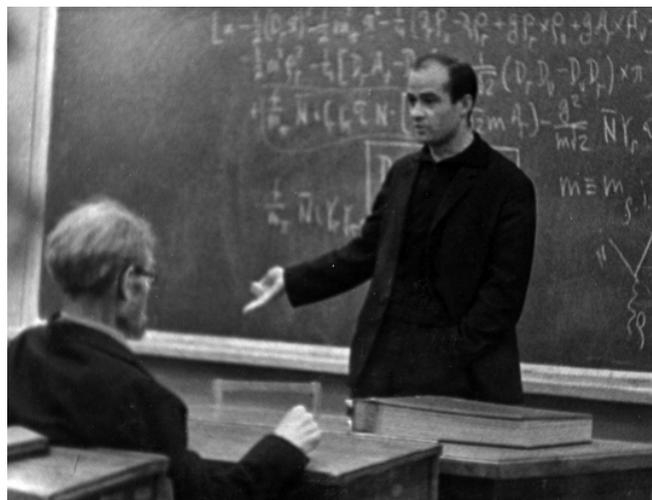
В период моей аспирантуры у него появился брат (или, если угодно, сестра) – мюонное нейтрино.

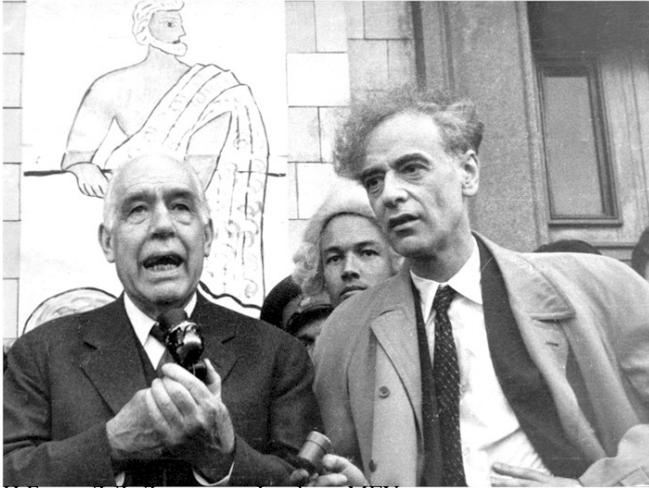


Анатолий с отличием закончил кафедру электродинамики и квантовой теории и без труда стал аспирантом кафедры теоретической физики. Он блестяще защитил диссертацию по теме «Вырожденный вакуум и индефинитная метрика в нелинейной спинорной теории элементарных частиц». Эта была революционная диссертация, идеи которой были в дальнейшем развиты в научных трудах великих зарубежных ученых, и в 2008 году Ёитиру Намбу была присуждена Нобелевская премия по физике «За открытие механизма спонтанного нарушения симметрии в физике элементарных частиц».

Сразу после аспирантуры Анатолию Ивановичу довелось преподавать на физфаке МГУ, на кафедре В.Г. Левича. Для 2-го издания его Курса теоретической физики (М.:Наука, 1971) Анатолий Иванович написал главу "Основы теории элементарных частиц". Но через некоторое время Левича признали диссидентом, и кафедру расформировали...

Анатолию Ивановичу была свойственна независимость суждений не только в области теоретической физики. Он всегда был яростным противником «воинствующего невежества» и четко умел отличить его от «незнания». С незнанием он легко справлялся, терпеливо разъясняя предмет. А вот с невежеством... Это привело к неизбежным конфликтам в научно-административной среде Физфака того времени. Пришлось покинуть стены родного факультета.





Н. Бор и Л.Д. Ландау на Физфаке МГУ,
на празднике Архимеда

В 1956-1957 гг. в физике произошли важные события, которые самым непосредственным образом коснулись этой частицы: было открыто несохранение четности в слабом взаимодействии (Ц.Ву). Как показали Л.Д. Ландау и независимо А. Салам, а также Т.Ли и Ч. Янг, несохранение четности позволяет описывать поведение нейтрино не уравнением Дирака с $m=0$, а несколько более простым уравнением, предложенным Г. Вейлем еще в 1929 г. В этой теории частицам ν и $\bar{\nu}$ приписывается еще одно квантовое число, значениями которого они различаются. Речь идет о спиральности λ , определяемой как удвоенная проекция спина на направление движения. Если приписать нейтрино значение $\lambda = -1$, а антинейтрино – значение $\lambda = +1$, то все нейтрино будут левовинтовыми, а антинейтрино – правовинтовыми, причем при пространственной инверсии ν будет переходить в $\bar{\nu}$ и наоборот.

В том же 1957 году последовало экспериментальное подтверждение этой теории.

В 1958 году М. Гелл-Манн и Р. Фейнман, Р. Маршак и Р. Судершан, Дж.Сакураи была создана новая, так называемая теория слабого взаимодействия.

1956 г. – Ф. Рейенс и К. Коуэн высказали предположение о возможности существования разных сортов нейтрино.

1957 г. – к этой же гипотезе пришли независимо М.А. Марков, К. Нишиджима и Ю. Швингер

1959 г. – Б.М. Понтекорво обосновал программу возможных экспериментов по обнаружению различия ν и $\bar{\nu}$ Захват ядром нейтрино от распада мюонов всегда должен сопровождаться испусканием электронов (не мюонов). И наоборот, при захвате антинейтрино от распада пионов обязаны порождаться только мюоны (но не электроны).

1962 г. – в Брукхэйвене (США) и 1963 г. в ЦЕРНе (Женева, Швейцария) были успешно проведены соответствующие эксперименты, которые неоспоримо доказали, что ν и $\bar{\nu}$ существенно разные частицы.

По поводу этого руководитель первого нейтринного эксперимента Л. Ледерман говорил: До последнего времени физики задавали себе вопрос: зачем Природе понадобились две частицы – мюон и электрон, которые сходны между собой во всем, кроме массы? Теперь надо добавить: зачем Природе нужны мюонные нейтрино, которые, как может оказаться, не отличаются от электронных нейтрино даже массой?»

Но примерно через 10 лет Природа преподнесла еще один, даже более неожиданный сюрприз – третье нейтрино.

1966 г. – С.С. Герштейн и Я.Б. Зельдович, исходя из космологических соображений, показали, что массы ν_e и ν_μ ограничены значением 100 – 200 эВ.



П. Дирак, Р. Фейнман



А.Ф. Иоффе, А.И. Алиханов, И.В. Курчатов



Б. Понтекорво, А.И. Алиханян

ЗРЕЛОСТЬ

Когда сам стал преподавать физику, был открыт третий тип нейтрино, всерьез заговорили о нейтринной астрономии, стали пытаться наделить нейтрино массой.

Ректором МГУ в те годы был знаменитый И.Г. Петровский. Он пригласил Анатолия Ивановича на Мехмат и зачислил в штат без Приказа, по собственному распоряжению. Но и тут, внезапная смерть И.Г.Петровского и независимость политических взглядов не позволили Анатолию Ивановичу продолжить работу в МГУ.

Новый ректор МГУ Р.В. Хохлов дал Анатолию Ивановичу очень хорошую рекомендацию и предложил перейти либо в дружественный институт в Зеленограде, либо в МИЭМ, на сильную кафедру математики, которой заведовал тогда будущий академик В.П. Маслов. Анатолий Иванович проработал на этой кафедре 2 года, и студенты считали его лучшим преподавателем. Но в связи с закрытием кафедры, он опять был вынужден менять место работы.

К этому моменту, в 1974 году, вышло в свет 4-е издание широко известного учебника Э.В. Шпольского "Атомная физика".

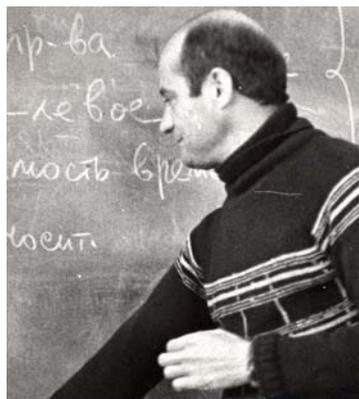
Э.В. Шпольский, известный физик, блестящий педагог, в течение сорока лет бессменный главный редактор журнала "Успехи физических наук", в предисловии к этому изданию написал: "Из новых глав особого внимания заслуживает глава III, посвященная наиболее общей формулировке основ квантовой механики. По моей просьбе глава III написана А.И. Наумовым, которому я выражаю за это искреннюю благодарность". Э.В. Шпольский с удовольствием пригласил Анатолия Ивановича в МГПИ им. Ленина, и через некоторое время Т.Н. Болотниковой удалось зачислить его на Кафедру Теоретической Физики.



У него легко и естественно получалось преодолеть незнание любых своих учеников.

Для студентов Физфака МГУ он, в помощь своей дочери, специально написал курс квантовой механики. Анатолий Иванович вводил абстрактные понятия и объяснял правила, по которым надо «играть». И через некоторое время, как чудо, у учеников наступало прозрение. Им становилось понятно, зачем и во что они «играют». Сложные математические выкладки обретали материальность.

Для будущих учителей и слушателей Факультета Повышения Квалификации Анатолий Иванович использовал совершенно другой подход, применяя свой знаменитый «принцип структурирования»:



"Мы будем изучать не теоретическую физику как таковую, с ее сложным и разветвленным математическим аппаратом, а физические теории, т.е. то, что нужно будущему учителю как физически образованному человеку. Наш курс будет относительно простым в техническом отношении, но весьма глубоким с идейной точки зрения. Чтобы совместить эти требования, необходимо выработать взгляд на современную физику "с высоты птичьего полета":

- выявить единство и структуру физики в целом и классифицировать ее фундаментальные разделы;
- выявить структуру каждого раздела физики и выделить в них базисные элементы, общие для всех разделов;
- обсудить характер физических законов и установить их иерархию, чтобы обращать внимание на самое существенное".

Лекциями Анатолия Ивановича с удовольствием пользуются и маститые преподаватели теоретической физики. «При подготовке курса лекций по физике конденсированного состояния для студентов 3-го курса физфака МГУ мне пришлось посвятить определенное время изложению основ квантовой механики. Надо отметить, что подавляющее большинство имеющихся учебников грешат излишней формалистичностью подхода и сразу не дают «ощущения физики». В лекциях А.И.Наумова особо импонирует именно то, что введение основных понятий квантовой механики максимально физично и позволяет сразу же почувствовать существо дела. В значительной мере часть моего курса, связанная с изложением основ квантовой теории, основывается на курсе лекций А.И. Наумова».

Доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН
Профессор кафедры физического факультета МГУ Д.Р. Хохлов

В 1975 году в Стэнфорде (США) группа экспериментаторов во главе с М Перлом в опытах на встречных электрон-позитронных пучках зарегистрировала необычное превращение: $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + e^-$, в котором нарушается сохранение энергии, а также электронного и мюонного зарядов.

После перебора всех мыслимых возможностей непротиворечивой оказалась лишь одна из них. А именно, был сделан вывод, что в $e^+ - e^-$ соударении сначала рождаются новые частица и античастица. Новую частицу назвали тяжелым лептоном (тау-лептоном, таоном), так как ее масса примерно вдвое больше массы протона, и она не участвует в сильном взаимодействии, являясь сверхтяжелым «братом» электрона и мюона. Он обозначается как τ^- и имеет античастицу τ^+ .

Таоны распадаются с образованием привычных, а также своих, таонных нейтрино.

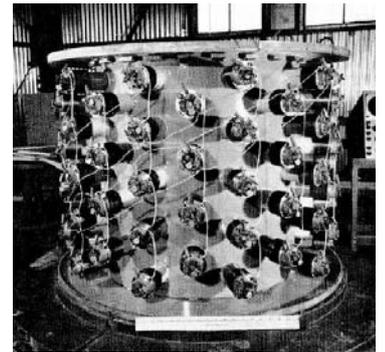
1976 г. – прямыми исследованиями подтвержден трехчастичный характер (энергетические спектры распадных электронов и мюонов непрерывны).

Открытие таона вынудило ввести еще одно квантовое число – таонный заряд L_τ .

В 1980 году физики отметили 50 лет со дня рождения идеи нейтрино, и примечательно, что именно этот год ознаменовался началом так называемого «нейтринного бума».

Юбилейная статья в журнале «Успехи физических наук», написанная академиком Я.Б. Зельдовичем, заканчивается так:

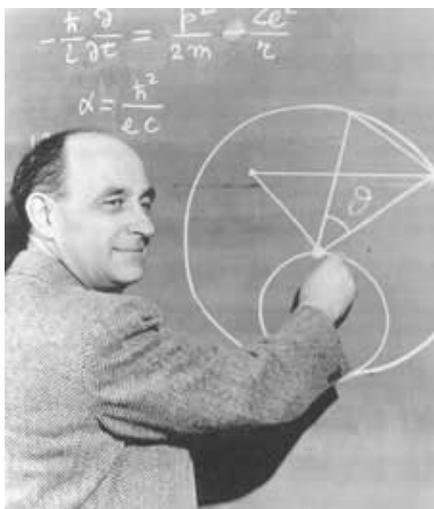
«Почтим в заключение юбиляра: **всего за полвека из ускользающей сущности нейтрино превратилось в фундамент нашего существования... Произошла нейтринная революция. Эта революция затрагивает самые фундаментальные основы мира, в котором мы живем.**»



Один из первых детекторов

Весной того же года были опубликованы предварительные итоги многолетнего сложнейшего эксперимента, который проводили советские физики В.А. Любимов, Е.Г. Новиков, В.З. Носик, Е.Ф. Третьяков, В.С. Козик и Н.Ф. Мясоедов. Анализируя форму β -спектра трития, авторы пришли к выводу, что $14 \text{ эВ} < m_{\nu_e} < 46 \text{ эВ}$. Проводились еще и другие опыты по измерению массы нейтрино, но их результаты не вполне однозначны, а иногда и противоречивы, так что проблему следует считать еще открытой. Важность ее бесспорна, и она чрезвычайно актуальна.

Во-первых, знание значений масс различных сортов нейтрино представляет самостоятельный интерес. Во-вторых, их установление позволит подтвердить или опровергнуть некоторые из существующих теоретических схем. Далее, если массы нейтрино не строго равны нулю и лептонный заряд не сохраняется, то оказываются возможными так называемые нейтринные осцилляции, гипотезу о существовании которых высказал еще в 1958 г. Б.М. Понтекорво. Наконец, проблема массы нейтрино важна для астрофизики и космологии.



Э. Ферми



Б. Понтекорво

ВЕЧНОСТЬ

Земные пути Анатолия Ивановича Наумова и великого Нейтрино разошлись. Возможно, они встретились где-то в далеком неизученном пространстве...



Анатолий Иванович оставил друзьям и ученикам свою любовь к физике, ее преподаванию и познанию. Он любил ссылаться на слова Эйнштейна «Основная задача науки в целом и физики, в частности, - прочитать великую повесть о тайнах природы. Для этого нужно, во-первых, знание языка, на котором она написана, и, во-вторых, нужно приложить непосредственный труд для ее прочтения».

Анатолий Иванович мастерски умел обучать этому самому языку и увлекательно, как настоящий игрок, помогал приобрести умение им воспользоваться. За время преподавания в нашем институте он прочитал все возможные курсы, вел кружок по теоретической физике и написал 11 учебников и пособий. Некоторые лекционные курсы вы можете найти на WWW.NAUMOVPHYSICS.RU



...И сейчас мы часто ловим себя на том, что обращаемся к Анатолию Ивановичу не только как к преподавателю, а как

близкому другу, за советами, его присутствие и помощь ощущается где-то рядом. Его «лучшее наказание – это укор взглядом», лирические отступления об умении познавать мир и к месту рассказанные анекдоты о физиках продолжают жить с нами.



Один из бывших студентов Анатолия Ивановича – Михаил Бондаров – использует образ своего учителя в рассказах для школьников: «Анатолий Иванович с загадочным видом посмотрел на девятиклассников, и все поняли, что сейчас что-то произойдет. И не ошиблись...»

Кажется, что он наблюдает за нашей жизнью, понимающе подмигивает и по-прежнему интересуется новыми открытиями. Вот мы и решили подготовить подарок Анатолию Ивановичу ко дню его 70-летия и рассказать о современных научных изысканиях в физике нейтрино.



В.Паули и П.Дирак

Итак, биография нейтрино далеко еще не завершена, и от этой неисчерпаемой частицы можно ожидать дальнейших сюрпризов.



Большая часть фотографий ученых заимствована из личного архива А.И. Наумова

Современная физика элементарных частиц, базирующаяся в основном на теории Дирака, т.е., фактически на квантовой механике и теории относительности, создана для того, чтобы описать все свойства, все превращения и взаимодействия.

Каковы же перспективы развития физики в будущем?

Прежде, чем делать какие-то предположения о будущей физике, мне хотелось бы отметить такой парадоксальный факт: сейчас мы не знаем о природе гораздо больше, чем не знали о ней столетие назад. Это действительно так. Ведь в XIX веке казалось, что все уже познано, что физика – ясное небо, что непонятны лишь очень немногие факты. Сейчас же мы совершенно не обольщаемся такой надеждой, ибо стали знать, и тем самым – не знать гораздо больше. Сейчас особенно ясно, что пределы познания безграничны, что мир гораздо сложнее, чем мы думали. И физика будущего, в первую очередь, должна дать то, чего мы сейчас не можем объяснить. А потом перед ней, несомненно, вырастут новые нерешенные вопросы, о постановке которых мы сейчас даже и не мыслим.