

Разрешите открыть VI Международный семинар по физике в вольных эфирной и приветствовать его организаторов и гостей от имени и по поручению оргкомитета семинара и администрации ОИЯИ.

Администрация - технические службы ОИЯИ и оргкомитет семинара сделают все от них зависящее чтобы Ваше пребывание в Дубне было полезным и приятным.

Участникам семинара роздан буклет, в котором на двух языках содержится вся необходимая информация о семинаре. Предварительная в буклете программа семинара неизбежно претерпит некоторые изменения. Окончательная версия программы будет ежедневно вывешиваться при входе в конференц-зал и в вестибюле гостиницы "Дубна". По всем вопросам, которые не охватит буклетом просим обращаться в оргкомитет, который помещается рядом со входом в конференц-зал.

~~Несколько слов о проблематике семинара.~~  
Несколько слов о проблематике семинара. *С. С. Савин*

и программе семинара. Семинар посвящен квантовой криволинейной и мультискальной квантовой механике. Он является естественным продолжением серии дубненских семинаров проводимых лабораторией Вольных эфирной и лабораторией теоретической физики ОИЯИ совместно с Научным советом по физике электромагнитного излучения.

иных взаимодействиях АН СССР по отношению  
узким, но наиболее актуальным проблемам физики  
всех энергий. (2)

Первый дубненский семинар этой серии, организованный в 1969 г. был посвящен векторным мезонам и включал значительное число докладов, содержащих попытки создания теории калибровочных полей: вопросы квантования полей Янга-Миллса, их геометрической интерпретации, попытки феноменологических применений этих теорий для описания экспериментов. Это было первое крупное совещание, посвященное тогда еще не очень популярному, а ныне главному направлению теоретической физики и физики частиц. Среди участников семинара были Боголюбов Н. Бьёркен Дж., Зумино Б., Марков М.А., Тинг С., Фадеев Л.Д. и др., сделавшие основополагающий вклад в эту область.

Попытки построения теории калибровочных полей долгое время встречали довольно скептическое отношение большинства физиков. Калибровочные поля Янга-Миллса были введены в теоретическую физику в 1954 году в качестве обобщения изотопической инвариантности, которая к этому времени получила экспериментальное обоснование в виде нового закона сохранения в физике сильных взаимодействий. Авторы исследовали возможность ввести требование, чтобы сильные взаимодействия были инвариантными относительно независимых вращений изотопического пространства во всех точках пространства времени.

Скептическое отношение к требованию к  
это требование с необходимостью приводило  
к существованию специфических калибровочных  
полей кванты которых должны обладать массой  
равной нулю.

Именно это обстоятельство вызывало скептическое отношение к новому принципу ~~и остановило~~ даже инициатора этих исследований Янга, после того как он сделал оценки, показавшие, что если такие поля и существуют в природе, то их взаимодействие крайне слабо. Тем не менее возможность обобщения принципов симметрии и связанных с ними законов сохранения — главных законов фундаментальных наук — была крайне заманчива. Связь между законами сохранения (включая законы сохранения энергии и импульса) и фундаментальными симметриями пространства и времени были установлены Г. Гамелем еще в 1904 г. С симметриями связаны и важнейшие достижения последних десятилетий в физике элементарных частиц.

Формулировка принципа локальной калибровочной инвариантности, согласно которому симметрия определяет не только кинематику, но и динамику процессов фундаментальных взаимодействий принадлежит японскому физiku Утияма (1956 год). Он <sup>(в частности)</sup> показал, что применение этого принципа к симметрии пространства-времени <sup>(в группе Лоренца)</sup> приводит к эйнштейновской теории гравитации. Таким образом было показано, что наряду с электромагнитным полем в природе существует еще одной калибровочное поле — гравитационное, обладающее свойствами полей Янга Миллса. Перелом в отношении к принципу локальной калибровочной инвариантности, который, несомненно, является одним из крупнейших достижений физики, произошел только в семидесятих годах под давлением экспериментальных открытий и ряда важных теоретических работ. В результате получил развитие единый подход ко всем классам взаимодействий. Возникли теории объединений электромагнитного и слабого взаимодействий, великого объединения, включающего сильные взаимо-

Применение принципа локальной калибровочной инвариантности дало возможность создать объединение электромагнитного и слабого взаимодействий так называемое "великое объединение", включающее сильные взаимодействия, и, конечно возникла программа суперобъединения, помогающего трайтауши

Бурное ~~развитие~~ развитие фундаментальной теории нашло отражение в проблематике сильных взаимодействий. Квантовая хромодинамика, представляющая собой применение принципа локальной калибровочной инвариантности к сильному взаимодействию подгруппы кварки получила серьезные экспериментальные основания

Теория непринужденно объясняет приближенную масштабную инвариантность, партонную картину сильных взаимодействий, спектроскопию адронов, количественно предсказывает свойства кваркониумов, из тяжелых кварков, логарифмическое нарушение скейлинга, описывает аннигиляцию электронов и позитронов в адроны и свойства адронных струй. Квантовая хромодинамика претендует на возможность вычисления всех аспектов адронных взаимодействий из первых принципов, в том числе всех параметров ядерной физики и всех свойств ядерной материи. Однако нерешенные проблемы описания заточения (невытания) кварков оказались <sup>на столько</sup> ~~так~~ сложны, что эти претензии, по видимому, еще долго будут оставаться только претензиями. Не исключено, что чисто дедуктивное развитие теории окажется не основным, а главное слово опять скажет эксперимент.

Ферми <sup>любопытна</sup> задавал вопрос "где у проблемы  
 физики сильных взаимодействий ~~свой~~ атом водорода?" (5)  
~~Ферми это простейшая система~~  
 Ученые говорят что являясь простейшей системой, ~~и~~  
 изучая которую можно проверить теорию сильных  
 взаимодействий. там же как была построена кварковая  
 модель на основе ~~и~~ экспериментальных данных  
 по атому водорода.  
 Экспериментальная физика слишком буквально  
 отнеслась к вопросу Ферми. ~~Может быть~~ Хармонич  
 и) тяжелых кварков ~~являются~~ прямыми аналогами  
 атома водорода (вернее позитрония) и они ~~существенно~~  
~~и играют роль тех простейших систем, на которых~~  
~~лучше всего проверяется кварковая хромодинамика~~  
 на расстояниях порядка  $10^{-14}$  см. Кромодинамика  
 успешно описывает многие ~~или при передачах и изучается~~  
 экспериментальные данные ~~в ядре~~  $10^{-13}$  см.  
 Однако большие расстояния - порядка размеров адронов  
 теория описать не в состоянии.

Важность изучения хромодинамики больших расстояний обусловле-  
 на не только необходимостью построения последовательной, замкнутой  
 теории, но и необходимостью связать с этой теорией основные свойст-  
 ва адронов, свойства атомных ядер, поведение ядерной материи при  
 больших плотностях и температурах.

Таким же как <sup>длина молекулы атома</sup> ~~длина~~ молекулярная длина, длина  
твердого тела, ее концы и представляем собой

Таким же как ~~то~~ ~~свойства~~ сложные атомы, молекулы,  
кристаллов и т.д. ~~представляет собой~~  
предельная электромагнитная длина не описывается  
несредственно уравнениями электродинамики Ван-Валса -  
Дирака

Свойства сложных атомов, молекул, кристаллов,  
и т.д. ~~представляет собой~~ ~~описывается~~ ~~уравнениями~~  
описываются уравнениями электродинамики Ван-Валса -  
Дирака. Однако это не исключает ~~большую~~ радиусов

~~свойства~~ ~~описываются~~ ~~уравнениями~~ ~~электродинамики~~ ~~Ван-Валса~~  
закономерностей, управляющих этими объектами. ~~Свойства~~  
~~описываются~~ ~~уравнениями~~ ~~электродинамики~~ ~~Ван-Валса~~  
являются ~~предельными~~ ~~случайными~~ ~~полями~~,  
феноменологическое описание. Аналогично электродинамике  
каноническая ядерная физика, построена на основе  
пространственно-временных моделей ядра и нуклонов в ядре  
квантовой механики. В области малых ядер  
ядер, в области переноса ядерной энергии  
новая фундаментальная теория должна обладать  
характеристики ядерных сил и другие параметры  
(например, оболочечная модель). Аналогично теории  
как ~~маломолекулярные~~ ~~ядерные~~ ~~силы~~ Ван-дер Ваалса  
описываются электродинамикой.

Феноменологическое описание хромодинамики больших расстояний  
(мешки, струны, мультикварковые системы, скрытый цвет, кварк-глю-  
онная плазма и т.п.) занимает в программах последних семинаров  
основное место. Такое описание необычайно плодотворно для постано-  
вок и анализа экспериментов в области физики высоких энергий, кото-  
рые составляют значительную часть программы семинаров.

Создается впечатление, что мы почти завершили  
на уровне основных принципов теорию сильных  
взаимодействий и дело лишь за преодолением  
нашептывающих трудностей. (5)

Я позволю себе немного остановиться на некоторых из этих понятий, потому что ~~некоторые~~ во-первых они еще не получили широкого распространения среди физиков-экспериментаторов, которые ~~еще~~ составляют значительную часть аудитории, во-вторых первая докладная часть сессии посвящена фундаментальным проблемам кристаллов и очень сложны для неспециалистов.

На нашем семинаре будут широко обсуждаться вопросы кварцевых соединений и кварцевая пленка. Вопрос о фазовом переходе кристаллической материи в кварцевую пленку обсуждается в литературе широко. В какой мере этот переход реализуется при столкновении реальных сферических ядер и каковы возможности его описания на основе кристаллодинамич. — вопрос открытый. Однако с большой долей уверенности можно говорить, что кварцевая пленка — как фазовое состояние ядерной материи в природе существует, и, очевидно, играет важную роль в космологии и в астрофизике. Эта уверенность базируется на следующей аналогии кристаллодинамич. и электродинамич.

Рассмотрим обычное вещество при таких больших плотностях, когда расстояния между атомами становятся меньше их размеров. В этих условиях атомы теряют свою индивидуальность, так что вещество превращается в плазму, состоящую из электронов и ядер. При этом кулоновская энергия, приходящая на один электрон ~~составляет~~

$\frac{Ze^2}{a}$  при увеличении плотности возрастает как  $a^{-1}$   $a = \left(\frac{ZV}{N}\right)^{1/3} \sim \rho^{-1/3}$

Энергия Ферми — движимая с увеличением плотности вещества возрастает как  $E \sim \frac{\hbar^2}{8m} \left(\frac{N}{V}\right)^{2/3} \propto \rho^{2/3}$





Традиционно в программах семинаров находят отражение проблемы релятивистской ядерной физики. Множественные процессы, идущие при столкновении ядро-ядро и частица-ядро, приобрели для программы дубненского синхрофазотрона первостепенное значение. Ядерные реакции с большими передачами импульса-энергии привели к открытию кумулятивного эффекта и обнаружили ряд универсальных закономерностей в области предельной фрагментации ядер, нашедших интересную интерпретацию на языке квантовой хромодинамики. Особое значение приобретает обнаружение того факта, что предельная фрагментация ядер начинается очень рано: при энергии 3,5 ГэВ на нуклон. Это ставит дубненский синхрофазотрон в исключительное положение единственного ускорителя, обладающего энергией релятивистских ядер выше этой границы. Здесь оказываются возможными чрезвычайно интересные постановки экспериментов по выяснению закономерностей квантовой хромодинамики больших расстояний.

Доступность исследований проблем квантовой хромодинамики в нашей области энергий обусловлена обнаруженной относительно слабой связью кварков в адронах. Кварковые степени свободы "размораживаются" <sup>при относительно малых энергиях</sup> довольно рано. Проблема кварковых степеней свободы в ядрах получила в последние годы бурное развитие и ей уже начинают посвящать специальные конференции.