

PERSONALIA

Юрий Моисеевич Каган

(к 90-летию со дня рождения)

PACS number: 01.60.+q

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2018.06.038365>

6 июля 2018 года исполняется 90 лет одному из выдающихся физиков-теоретиков послевоенного поколения академику Российской академии наук Юрию Моисеевичу Кагану.

Ю.М. Каган родился в Москве в 1928 г. Его отец, Моисей Александрович, юрист по образованию, окончил Санкт-Петербургский университет до революции. Его мать Рахиль Соломоновна — врач.

Ранняя юность Ю.М. Кагана пришлось на трудные военные годы. В 1943 г. он начинает работать на военном заводе, посещая вечером школу рабочей молодежи. Осенью 1944 г., в 16 лет, он поступает в Московский авиационный институт. В феврале 1946 г. переводится на второй курс Инженерно-физического факультета Московского механического института, созданного специально для подготовки специалистов для Атомного проекта. Он оканчивает его с отличием в 1950 г. Параллельно он сдаёт Л.Д. Ландау все экзамены знаменитого "теорминимума", и Л.Д. Ландау приглашает его к себе в аспирантуру.

Но по окончании института Ю.М. Каган получает направление на один из объектов Атомного проекта вблизи Свердловска — Уральский электрохимический комбинат. Задачей объекта являлось доведение до промышленного производства газодиффузионного метода разделения изотопов урана.

Работая в Центральной лаборатории комбината, Ю.М. Каган развил общую теорию разделения изотопных газовых смесей на пористых средах для всего диапазона давлений от кнудсеновского режима до гидродинамического. Решающим здесь была введенная им оригинальная идея замены пористой среды тяжёлым "стеночным" газом с определёнными рассеивающими характеристиками. Задача разделения n -компонентной смеси на пористых средах фактически свелась к общей диффузионной задаче для $(n+1)$ -компонентной смеси в свободном пространстве. (Интересно, что через несколько лет аналогичная идея была опубликована американскими физиками, но теперь тяжёлый газ назывался "пылевидным").

В 1954 г. Ю.М. Каган защищает кандидатскую диссертацию. В тот же год его приглашают читать лекции на спецфакультете Уральского политехнического института. В течение трёх лет один раз в неделю он ездит в Свердловск и читает закрытый спецкурс.

В 1956 г. Ю.М. Каган был приглашён в Москву, в Институт атомной энергии (ныне Российский научный центр "Курчатовский институт"). С того времени и до сегодняшнего дня его научная жизнь связана с этим институтом. В 1959 г. он защищает диссертацию на соискание степени доктора физико-математических наук.

Продолжая заниматься физикой молекулярных газов, Ю.М. Каган создаёт кинетическую теорию газов с вращательными степенями свободы. Введение в теорию, наряду с вектором скорости, вектора вращательного момента радикально изменила всю структуру классической кинетической теории газов. Вместе с Л.А. Максимовым им была построена общая теория явлений переноса в молекулярных газах во внешних полях, позволившая, в частности, объяснить природу известного ещё с 1930-х годов эффекта Зентфлебена (изменение кинетических коэффициентов нейтрального молекулярного газа в магнитном поле).

Теория инициировала широкий круг исследований в стране и за рубежом. Её результаты, ставшие фактически классическими, вошли в монографии и учебники. Играющий принципиальную роль в теории вектор, составленный из вектора скорости и псевдовектора вращательного момента, получил название "вектор Кагана". Интересно, что явление выстраивания вращательных моментов молекул в потоке газа, получившее название "поляризация Кагана", было



Юрий Моисеевич Каган

непосредственно экспериментально измерено в Лейденской лаборатории через 25 лет после предсказания.

К рассматриваемому направлению примыкает и фундаментальное предсказание Ю.М. Кагана о том, что при анализе явлений переноса в слабо неравновесных системах наряду с обычными термодинамическими силами должны учитываться и обобщённые силы той же тензорной размерности, являющиеся производными от потоков. Впервые это было продемонстрировано на примере рассмотрения диффузии в газе с учётом вязкости, потребовавшего включения диссипативного потока импульса. При этом, в частности, термодинамический коэффициент бародиффузии стал кинетической величиной, с существенной зависимостью от коэффициента вязкости. Проявление роли этого предсказания демонстрируется во многих монографиях и учебниках.

В 1960-е годы Ю.М. Каган начинает активные исследования в области физики твёрдого тела. Он развивает последовательную микроскопическую теорию переходных металлов с выявлением определяющей роли электронной жидкости в формировании статических и динамических свойств металла, в особенности его фононного спектра. Теория позволила объяснить природу непарных межзонных сил и предсказать появление нового типа особенностей многочастичной природы в фононном спектре металла, в частности, известной логарифмической особенности в квазиодномерном ме-

талле. Важным результатом теории было снятие ограничения на величину константы электрон-фононного взаимодействия. Результаты теории получили подтверждение в многочисленных экспериментальных исследованиях.

За цикл работ в этом направлении Ю.М. Каган вместе со своим учеником и соавтором Е.Г. Бровманом получили премию имени М.В. Ломоносова Академии наук СССР (1975).

К этому циклу работ примыкают ставшие широко известными работы Ю.М. Кагана по металлическому водороду. Было доказано существование метастабильной фазы металлического состояния и проведён исчерпывающий анализ её кристаллической структуры и колебательного спектра. Одновременно было изучено изменение структуры и всех параметров метастабильной фазы с давлением и найдено уравнение состояния, которое было использовано для оценки давления перехода из молекулярной фазы в металлическую. Нетривиальным оказалось, что квазистабильными являются только резко анизотропные структуры и что с ростом давления появляется выраженная тенденция к образованию жидкой металлической фазы. С использованием этих результатов была получена оценка температуры сверхпроводящего перехода для метастабильной фазы металлического водорода при высоком давлении.

Особое место в научной деятельности Ю.М. Кагана занимают начатые примерно в то же время исследования коллективных когерентных явлений при резонансном взаимодействии ядерного излучения с кристаллами. В цикле работ, выполненных Ю.М. Каганом совместно с А.М. Афанасьевым, впервые возникло представление о делокализованном по кристаллу коллективном ядерном возбуждении — ядерном экситоне — и предсказано изменение времени жизни возбуждённого состояния. Одним из центральных результатов этого цикла стало предсказание эффекта подавления неупругих каналов ядерной реакции, когда сильно поглощающий резонансное излучение (гамма-кванты, нейтроны) кристалл при определённых условиях становится почти прозрачным (эффект Кагана — Афанасьева). Все результаты теории получили экспериментальное подтверждение и были в дальнейшем детально изучены у нас и за рубежом.

Предсказание и экспериментальное обнаружение эффекта подавления неупругих каналов ядерной реакции было удостоено Государственной премии СССР (1976).

Следует отметить, что к этому направлению примыкает цикл работ Ю.М. Кагана по теории основных твердотельных аспектов эффекта Мёссбауэра, в существенной степени способствовавших развитию в стране исследований, основанных на этом эффекте.

В течение многих лет одним из основных направлений исследований Ю.М. Кагана стало изучение низкотемпературных квантовых кинетических явлений в конденсированных средах. Это направление открывает ставшая классической совместная работа Ю.М. Кагана и И.М. Лившица, в которой было впервые предсказано, что кинетика фазового перехода при предельно низких температурах реализуется через подбарьерное туннелирование растущих зародышей новой фазы. При этом остаётся конечным время жизни метастабильной фазы при $T = 0$.

Большой цикл работ в этой области посвящён теории квантовой диффузии атомных частиц в твердотельной среде. Рассмотрение диффузии взаимодействующих частиц в идеальном кристалле привело к предсказанию неожиданного эффекта самолокализации при достаточно низкой концентрации частиц. Одновременно возникло и другое предсказание — уже при очень низкой температуре взаимодействие с фононами приводит к появлению когерентной квантовой диффузии (без возбуждения фононной системы), снимающей локализацию. Интересно, что когерентная квантовая диффузия снимает и квазилокализацию, возникающую при динамическом разрушении зонного движения частиц за счёт флуктуаций фононного поля.

Предсказания получили полное экспериментальное подтверждение при изучении диффузии атомов ^3He в кристаллической матрице ^4He , а затем и в многочисленных работах по изучению квантовой диффузии в других системах. Этот цикл исследований был удостоен Ленинской премии (1986 г.). Ю.М. Каган активно участвовал и в дальнейших исследованиях квантовой диффузии частиц теперь уже в металлах и в сверхпроводниках.

В кругу научных интересов Ю.М. Кагана всегда оставалось изучение свойств несовершенных кристаллов. Его предсказание появления квазилокальных уровней в фононном спектре кристаллов с дефектами и связанных с ними резких аномалий в термодинамиче-

ских и кинетических свойствах вызвало появление большой области экспериментальных исследований. Один из центральных циклов его работ посвящён теории аморфного состояния. Основное внимание концентрируется на низкотемпературных свойствах аморфного состояния, когда определяющими являются туннельные двухуровневые состояния. Включение в рассмотрение взаимодействий туннельных центров привело к нетривиальному предсказанию универсальности динамических и статических свойств аморфных тел при сверхнизких температурах.

В последние годы основные научные интересы Ю.М. Кагана в существенной степени связаны с проблемой бозе-конденсации и сверхтекучести в макроскопических квантовых системах, образованных ультрахолодными газами. Ю.М. Каган и его сотрудники внесли большой вклад в становление этой бурно развивающейся области исследований. Был получен целый ряд широко признанных пионерских результатов. Так была решена проблема кинетики формирования бозе-конденсата и дальнего порядка из первоначально чисто классического газа. Особый интерес вызвало решение кинетической задачи для систем низкой размерности с демонстрацией формирования квазиконденсата с отсутствием дальнего порядка, но с локальными корреляционными свойствами истинного конденсата.

Среди работ этого цикла следует особо выделить предсказание эффекта подавления неупругих процессов при образовании бозе-конденсата. Интересно, что наблюдение этого эффекта в газе щелочных металлов в JILA (США) было использовано как доказательство образования бозе-конденсата. В последнее время большой интерес вызывают результаты работ в этом цикле, посвящённых анализу сверхтекучего состояния газа ферми-атомов с притяжением.

Примыкают к этому циклу работы Ю.М. Кагана с неожиданным предсказанием возможности наблюдения бозе-конденсации возбуждений в стационарных термодинамически неравновесных системах.

Работая все годы в Курчатовском институте, Ю.М. Каган в течение более чем 40 лет параллельно преподавал в Московском инженерно-физическом институте (МИФИ). Будучи профессором кафедры "Теоретическая ядерная физика", он читал замечательный курс лекций "Современная теория твёрдого тела", сыгравший существенную роль при выборе специализации для многих поколений студентов. Отметим, что он постоянно приглашался и читал оригинальные циклы лекций во многих известных университетах и научных центрах мира.

Ю.М. Каган вырастил большую плеяду учеников — кандидатов наук, докторов наук и членов-корреспондентов Академии наук СССР (и ныне Российской академии наук).

Резюмируя, следует подчеркнуть, что Ю.М. Каган получил большое число результатов в целом ряде физических областей, нашедших широкое признание и инициировавших оригинальные экспериментальные исследования в больших масштабах.

Ю.М. Каган был избран в 1970 г. членом-корреспондентом АН СССР. В 1984 г. он был избран академиком АН СССР. Ю.М. Каган был удостоен звания Почётного доктора Мюнхенского технического университета (Германия, 1990 г.) и Уппсальского университета (Швеция, 1996 г.), почётного Ван-дер-Ваальса Профессора Амстердамского университета (Нидерланды, 1990 г.). Был избран членом Европейской академии наук (1995 г.) и почётным членом Академии наук Венгрии (1998 г.). Он является членом Американского физического общества (1994). Ю.М. Каган был дважды приглашён Гарвардским университетом читать знаменитые Моррис Лэб лекции (1988, 1996 гг.). Ему были присуждены Ленинская (1986) и Государственная (1976) премии, а также премия Карпинского (Германия, 1994 г.), премия Гумбольдта (Германия, 1994 г.), премия "Триумф" (2006 г.), Демидовская премия (2009 г.) и премия им. И.Я. Померанчука (2017 г.). Он награждён орденом "За заслуги перед Отечеством" 3 степени, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Дружбы и Почёта.

Желаем юбиляру крепкого здоровья, творческого долголетия и благополучия, чтобы каждый подаренный судьбой день был в радость и приносил удовлетворение!

*Ж.И. Алфёров, А.Ф. Андреев, Е.П. Велихов,
М.В. Ковальчук, В.Я. Панченко, Л.П. Питаевский,
А.Ю. Румянцев, М.В. Садовский, А.М. Сергеев,
В.Б. Тимофеев, И.А. Щербаков, Г.М. Элиашберг*