



Михаил Александрович
СМОҢДЫРЕВ

Автопортрет в пяти измерениях

Пять измерений: 1+4



1. НАУКА.

Физфак МГУ 1963-1969

Кафедра квантовой статистики.

Диплом – М. К. Поливанов

В Дубне с февраля 1969 г.

Сектор А. Н. Тавхелидзе

Кандидатская (1973) –

В. А. Матвеев

Докторская (1991).

2. ПРЕПОДАВАНИЕ.

3. ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ.

4. ПУБЛИЦИСТИКА.

5. БАЛЕТ.

НАУКА



Акад. Матвеев В. А.
ОИЯИ, Дубна

Prof. Devreese J. T.
Universiteit Antwerpen, Belgium

Prof. Gerlach B.
Universität Dortmund, Germany

Prof. Leschke H.
Universität Erlangen-Nürnberg, Germany

Проф. В. М. Фомин
Институт твердого тела и материаловедения
им. Лейбница, Дрезден, Германия

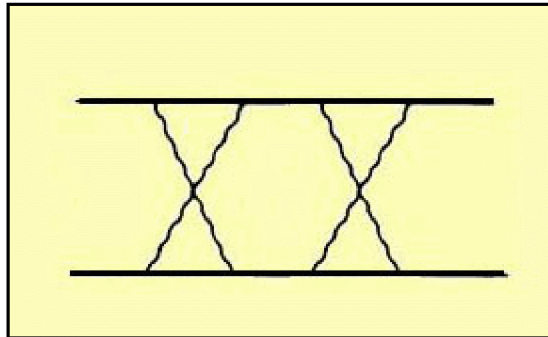
В списке работ – 94 публикации.

Приближение прямолинейных путей



Лауреаты премии Ленинского комсомола за 1973 год.

Неэйконольные графы

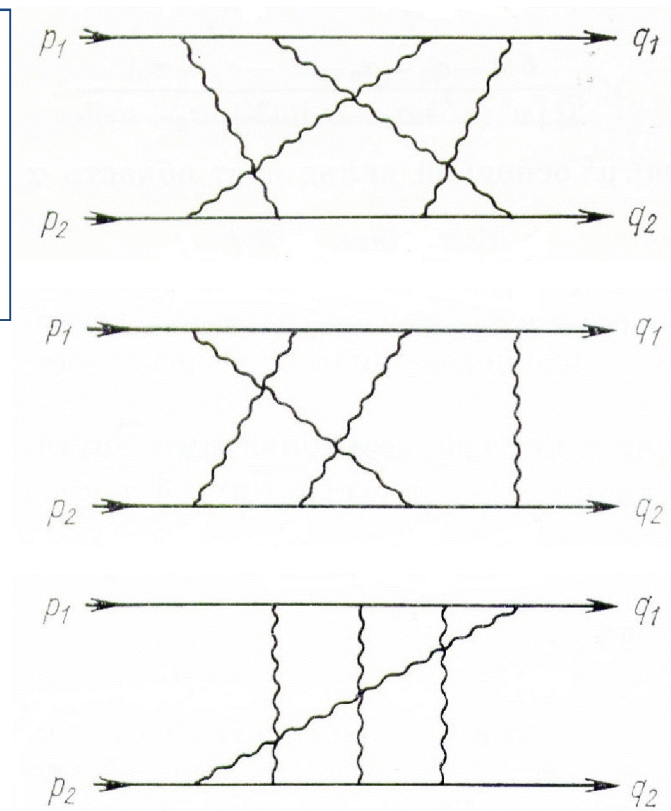


Модель
 $L_{int} = g : \psi^+ \psi \phi :$ -
 скалярные
 частицы с
 массами m и μ .

Эйконольные вклады – перенос большого импульса начальными частицами. В диаграммах высших порядков есть другие топологические пути с не меньшей асимптотикой по s :

$$\frac{\ln s}{s^3} \left[f_{eik}(t) + \frac{\mu^2}{m^2} f_{eik} \left(t \frac{\mu^2}{m^2} \right) \right].$$

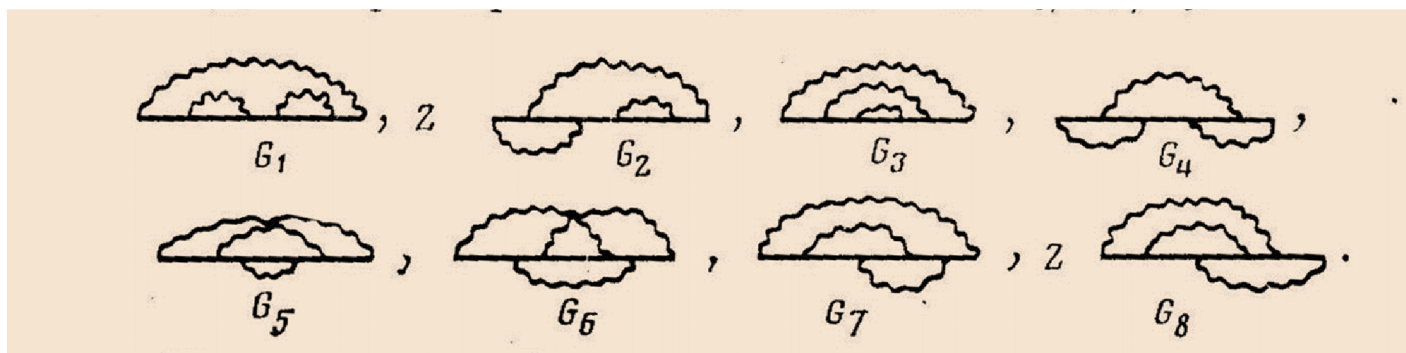
Обзор: С. П. Кулешов, В. А. Матвеев, А. Н. Сисакян,
 М. А. Смандырев, А. Н. Тавхелидзе. ЭЧАЯ, 5, 3-62, 1974.



«Знай, где врешь!»

Диаграммы в модели полярона

М. А. Смондырев. JINR E17-85-222, 1985; ТМФ, **68**, № 1, 29-43, 1986.
O. V. Selyugin, M. A. Smondyrev. phys. stat. sol. (b) **155**, 155-167, 1989.



$$E/\omega = -\alpha - 1,591962 \left(\frac{\alpha}{10} \right)^2 - 0,806070048 \left(\frac{\alpha}{10} \right)^3 - O(\alpha^4).$$

«Особенно я признателен Д. И. Казакову, чьи увлеченные рассказы об успехах многопетлевых вычислений в квантовой теории поля стимулировали желание применить диаграммную технику к полярону».

«Прислушайся к соседу!»

Среднее число фононов в поляроне

$$H = \frac{1}{2m} \left(\vec{P} - \sum_{\vec{k}} \vec{k} a_{\vec{k}}^{\dagger} a_{\vec{k}} \right)^2 + \omega \sum_{\vec{k}} a_{\vec{k}}^{\dagger} a_{\vec{k}} - i\omega^{3/4} \left(\frac{4\pi\alpha}{V\sqrt{2m}} \right)^{1/2} \sum_{\vec{k}} \frac{1}{k} (a_{\vec{k}} - a_{\vec{k}}^{\dagger}).$$

Элементарное
дифференцирование:

$$\frac{\partial H}{\partial \omega} = \sum_{\vec{k}} a_{\vec{k}}^{\dagger} a_{\vec{k}} + \frac{3}{4\omega} H_{\text{int}}; \quad \frac{\partial H}{\partial \alpha} = \frac{1}{2\alpha} H_{\text{int}};$$

Среднее число фононов
следует из теоремы
Фейнмана-Хелмана:

$$\sum_{\vec{k}} a_{\vec{k}}^{\dagger} a_{\vec{k}} = \frac{\partial H}{\partial \omega} - \frac{3\alpha}{2\omega} \frac{\partial H}{\partial \alpha}.$$

$$N = \left\langle \sum_{\vec{k}} a_{\vec{k}}^{\dagger} a_{\vec{k}} \right\rangle = \frac{\partial E}{\partial \omega} - \frac{3\alpha}{2\omega} \frac{\partial E}{\partial \alpha} = \left(1 - \frac{3}{2} \alpha \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) (E/\omega) =$$

$$= \frac{\alpha}{2} + 3,183924 \left(\frac{\alpha}{10} \right)^2 + 2,821245 \left(\frac{\alpha}{10} \right)^3 + \dots$$

«Не клади все яйца в одну корзину!»

Этот результат не был замечен. К вопросу о немецком и американском стилях: «Один результат – одна публикация.»

Диаграммная техника для магнето-полярона

Kochetov E. A., Leschke H., Smondirev M. A. Diagrammatic Weak-Coupling Expansion for the Magneto-Polaron Energy. Z. Phys. B 89, 177-186 (1992).

Один из следующих шагов - формулировка диаграммной техники для полярона в магнитном поле. Мы воспроизвели результаты для двумерного полярона и получили энергию трехмерного полярона в режиме слабой связи как функцию магнитного поля. Для слабых полей вычисления во втором порядке теории возмущений дают перенормированные уровни Ландау:

$$E = \frac{\omega_c^*}{2} + E_{pol} + O(B^2), \quad \omega_c^* = \frac{|e|B}{m_{pol}c}, \quad \text{где } E_{pol} \text{ и } m_{pol} \text{ — энергия и масса свободного полярона.}$$

В сильных полях система эквивалентна одномерному полярону с перенормированной константой связи: $\alpha' = \alpha \frac{\ln B}{2}$.

Надо Leschke в «Слове коллегам»: «I want to let you know that our publication "Diagrammatic weak-coupling expansion for the magneto-polaron energy" (jointly with Evgenii A. Kochetov in "Zeitschrift für Physik B 89 (1992) 177-186) has recently been acknowledged by mathematical physicists from CALTEC and Princeton University (see R. L. Frank and L. Geisinger in Commun. Math. Phys. 338 (2015) 1-29)».

1/N разложение для полярона

Техника: континуальная дельта-функция - степень функционального интеграла – большой параметр N в экспоненте и стационарная фаза. Цена – двойной континуальный интеграл. Цель – выход за рамки ТВ.

Вариационный метод Фейнмана:

$$Z = \int \delta \vec{x} \exp S, \quad S_F = -\frac{1}{2} \int \dot{\vec{x}}^2(s) ds - \frac{C}{2} \iint ds_1 ds_2 e^{-W|s_1-s_2|} [\vec{x}(s_1) - \vec{x}(s_2)]^2;$$
$$Z = \int \delta \vec{x} \exp(S - S_F) e^{S_F} \equiv \int \delta \vec{x} e^{S_F} \cdot \langle \exp(S - S_F) \rangle \approx \int \delta \vec{x} e^{S_F} \cdot \exp \langle S - S_F \rangle.$$

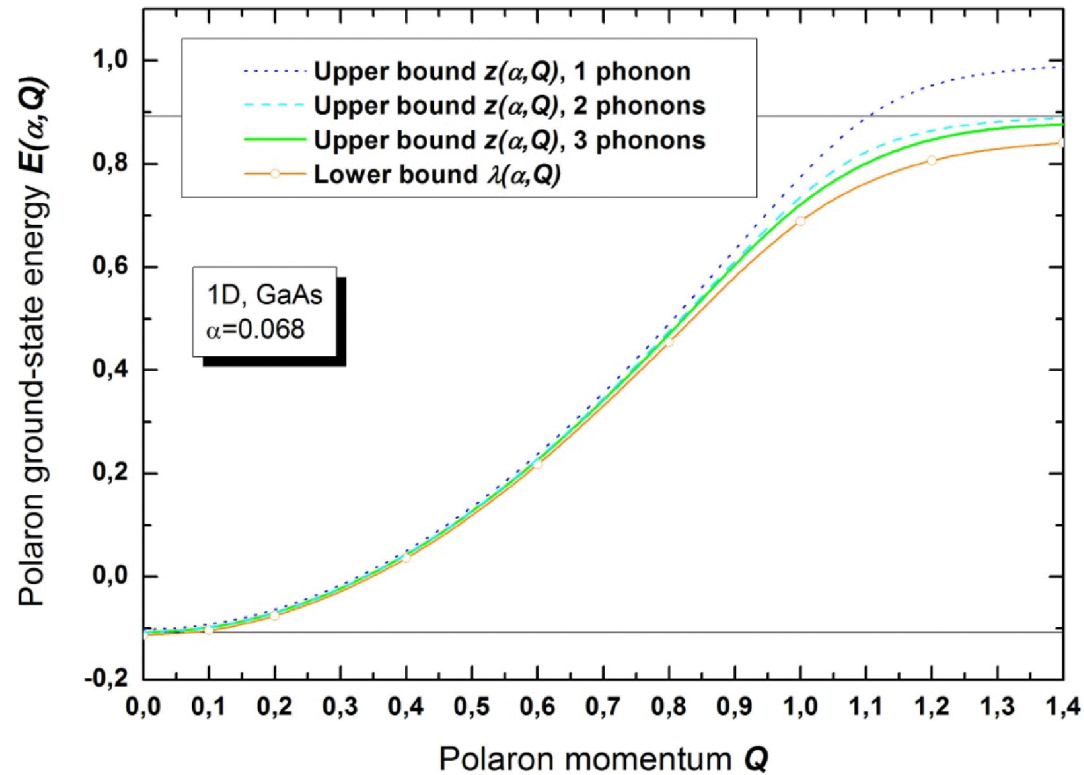
Обобщение – замена экспоненты в пробном действии на произвольную функцию (М. Сайто; Я. Адамовски, Б. Герлах, Х. Лешке). Прелесть метода в том, что он соединяет режим слабой и сильной связи.

Наш принципиальный результат: при $N \rightarrow \infty$ главный член воспроизводит результат с наилучшим квадратичным пробным действием. Но еще посчитана поправка $\mathcal{O}(N^0)$. На диаграммах – сумма планарных графов – связь с ППП.

Поняли, почему метод Фейнмана хорошо работает!

М. А. Smondyrev. Physica A171, 191-208 (1991).

Закон дисперсии полярона в D=1,2,3



Проблемы: 1) промежуточные значения константы связи требуют многопетлевых вычислений при $Q > 0$;
2) потеря точности на границе дискретного спектра.

Теория возмущений Бриллюэна-Вигнера

Теория возмущений Бриллюэна-Вигнера дает в первом порядке:

$$z = Q^2 - \alpha \frac{\pi}{2\sqrt{1-z}} \text{ for } D = 1,$$

$$z = Q^2 - \frac{\alpha}{\sqrt{Q^2 + 1 - z}} K\left(\frac{Q^2}{Q^2 + 1 - z}\right) \text{ for } D = 2,$$

$$z = Q^2 - \frac{\alpha}{Q} \arcsin \frac{Q}{\sqrt{Q^2 + 1 - z}} \text{ for } D = 3.$$

Теория возмущений
Релея-Шредингера
воспроизводится при
 $z=Q^2$.

Идея приближенной формулы – использовать результаты для покоящегося полярона – $E(\alpha,0)$ и $m(\alpha)$, для чего:

- 1) заменить энергию при $Q=0$, посчитанную в первом порядке, на точное значение $E(\alpha,0)$.
- 2) заменить параболу Q^2 на правильное поведение $Q^2/m(\alpha)$.
- 3) использовать точное значение $E(\alpha,0)+1$ границы дискретного спектра при больших импульсах.

Приближенная формула

$$D=1. \quad z = Q^2 + \frac{(-\alpha\pi/2)}{\sqrt{1-z}} \quad z \approx -\alpha \frac{\pi}{2} + Q^2 + \dots$$

$$f = (bQ)^2 + \frac{E(\alpha, 0)}{\sqrt{1 + E(\alpha, 0) - f}}.$$

$$f \approx E(\alpha, 0) + \frac{Q^2}{m(\alpha)} + \dots, \quad Q \ll 1.$$

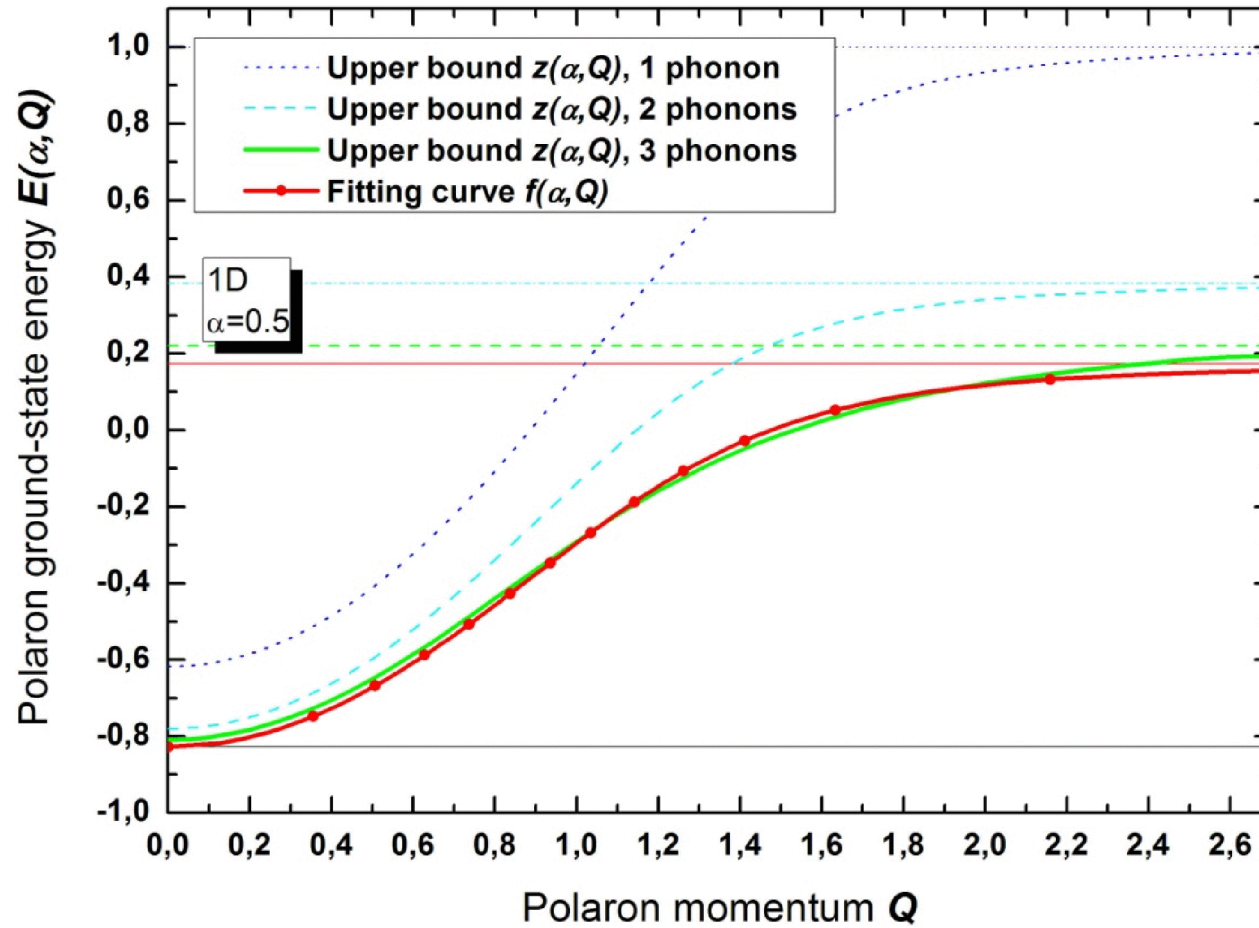
Последний шаг: использовать приближенные выражения для энергии и массы полярона в покое. Аналогично – для $D=2$ и $D=3$.

$D=3.$

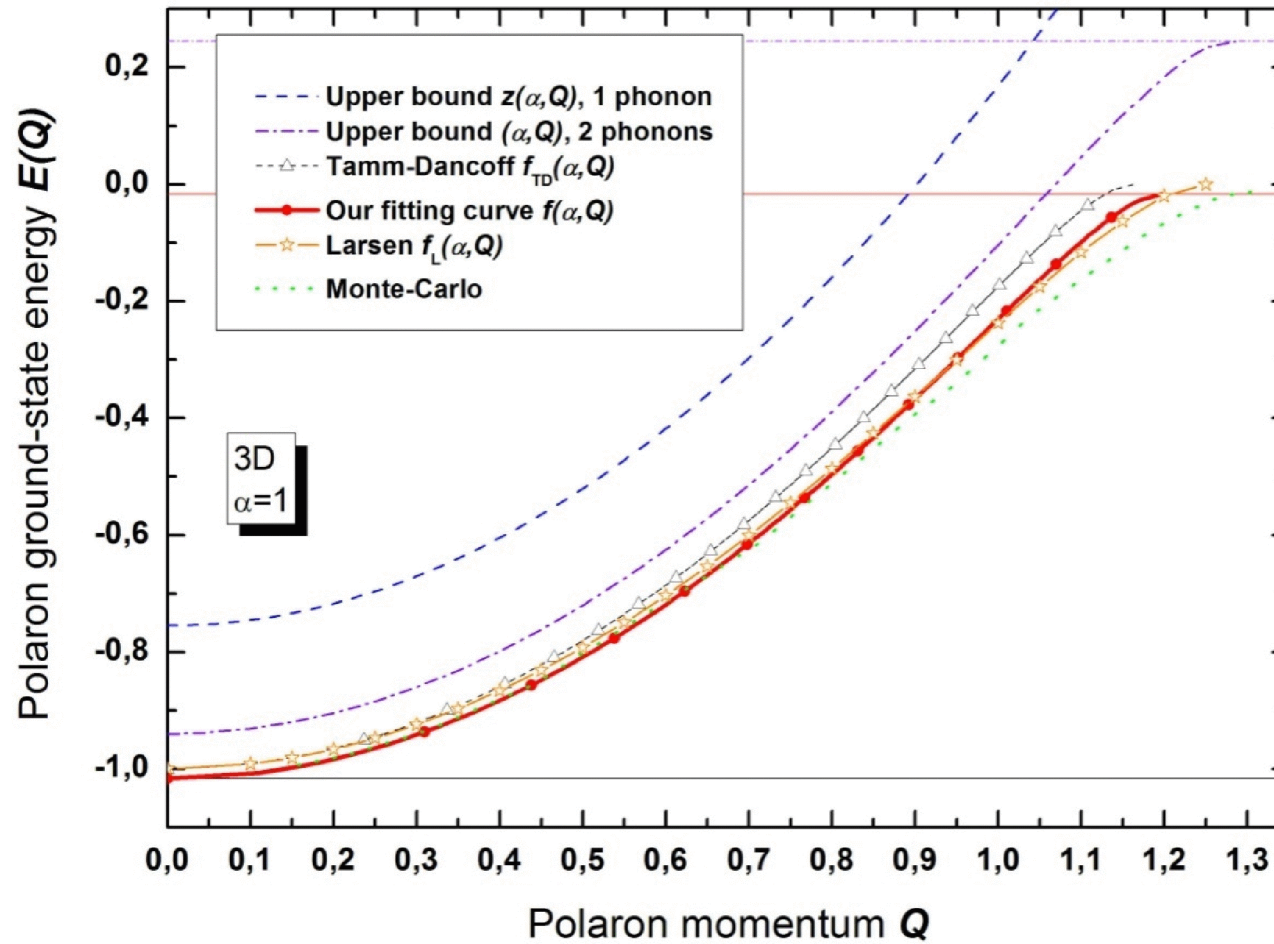
$$z = Q^2 - \frac{\alpha}{Q} \arcsin \frac{Q}{\sqrt{Q^2 + 1 - z}}$$

$$f = (bQ)^2 + \frac{E(\alpha, 0)}{bQ} \arcsin \frac{bQ}{\sqrt{(bQ)^2 + 1 + E(\alpha, 0) - f}}.$$

Результат в $D=1$

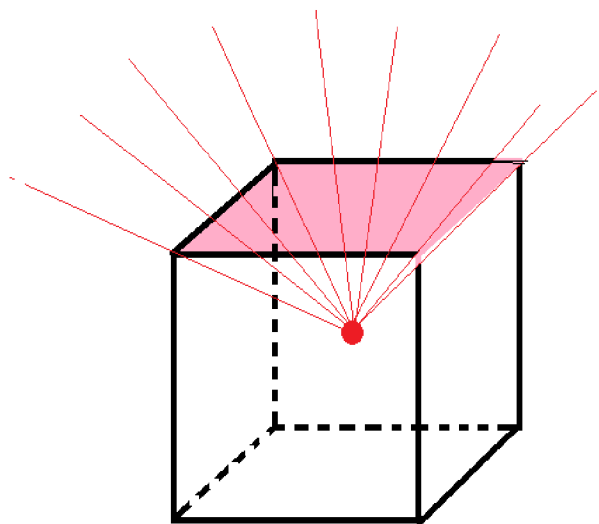


Результаты для $D=3$



Bernd Gerlach: «Firstly, Misha is a friend of physical estimates and a great expert in their construction»

Работы с Максимом Дзеро. Расчеты многослойных структур. Идея – найти усредненные параметры эффективной однородной среды, которой можно уже применить известные результаты. Отличия с точными расчетами трехслойной структуры AlGaAs – GaAs – AlGaAs есть, но за пределами возможностей экспериментального наблюдения.



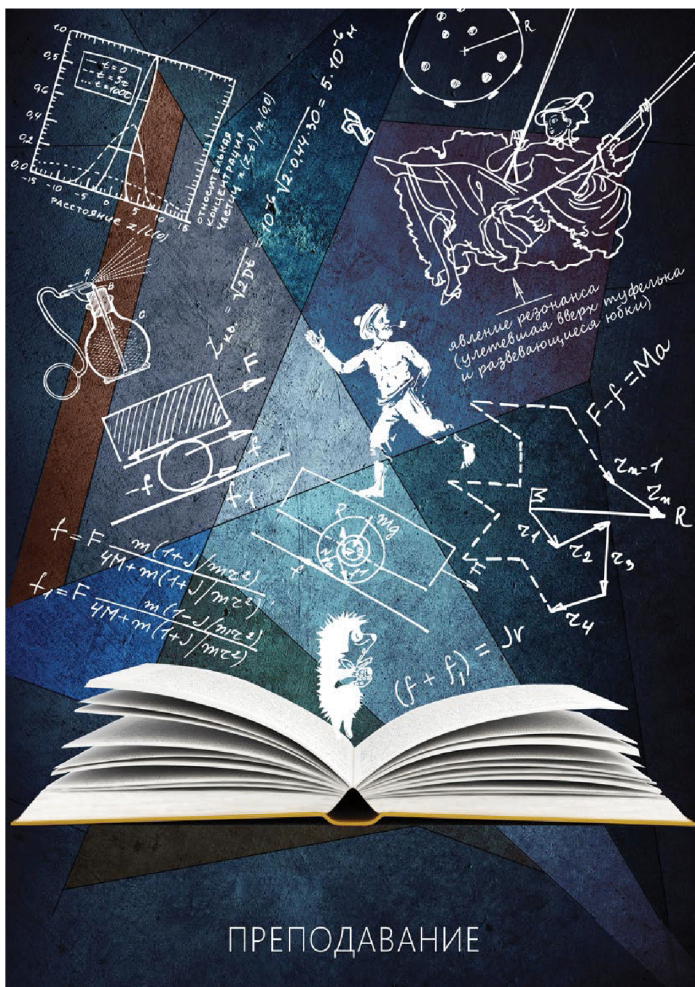
Семинар в ЛТФ: автор считал на решетке поток через грань куба. Результат: $\Phi_0=2,1$. Это верно:

$$\begin{aligned}\Phi_0 &= \frac{1}{6} \Phi = \frac{4\pi}{6} = \frac{2\pi}{3} = \\ &= \frac{2 \times 3,1415}{3} = \frac{6,283}{3} = 2,094\dots\end{aligned}$$

Самый дорогой и трудоемкий способ найти число π .

Фейнман: «Заткнись и вычисляй». **Вычисляй, но сначала прикинь, нельзя ли «купить» результат дешевле.**

ПРЕПОДАВАНИЕ



– Шесть лет в МАСИ-МГИУ в 1990/96.

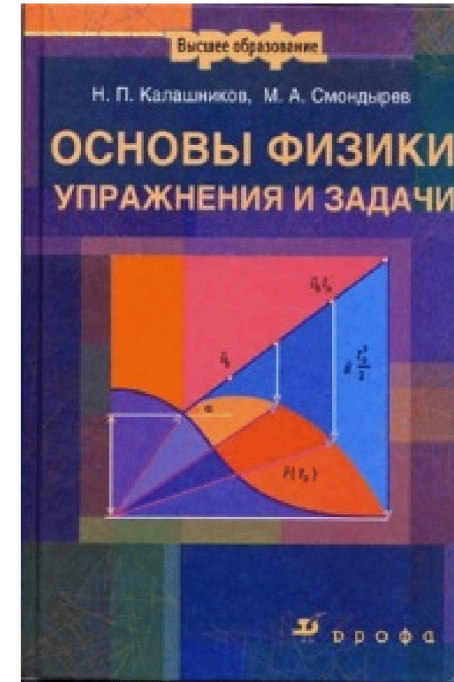
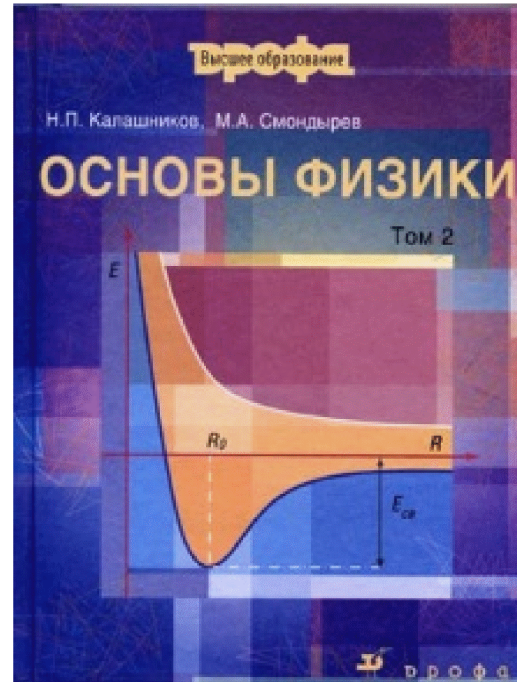
Перерыв на 12 лет (нач. сектора в Дубне).

– Сейчас - восьмой год в МАТИ-РГТУ им. Циолковского (с этого года МАИ).

В списке работ – 19 публикаций: выпуски лекций, электронные варианты лекций, лабораторные работы (изучение силы трения, моделирование движения тела в среде с сопротивлением, Комптон-эффект).

Главная – трехтомный учебник.

Учебник



Н. П. Калашников, М. А. Смондырев.
Основы физики. М.: Дрофа, 2003/04; 2007.

Принципы простые:

- заинтриговать студента;
- вовлечь в разговор;
- оставить что-либо на память;
(благородный жулик О'Генри)

Принцип действия колеса

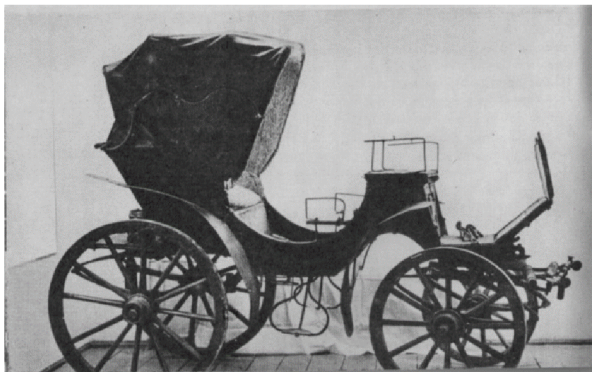
Шумер, 25 век до н.э.



Египет, 14 век до н.э.



Бричка, 17 век.



Конец
18-го в.



Принцип действия колеса

Замена трения скольжения на трение качения? Ни в коем разе!

Весь выигрыш заключен в отношении радиусов r/R , т. е. **колесо --- по сути дела рычаг непрерывного действия с плечами r и R** . Благодаря «сворачиванию» рычага в окружность его не надо возвращать в начальное положение: это достигается автоматически. Трудно представить себе техническое изобретение, более гениальное по простоте и эффективности! Человек не мог подсмотреть колесо в окружающем мире - в природе нет колеса (пропеллер у бактерий). И не все цивилизации сумели его открыть - колеса не знали государства доколумбовой Америки, аборигены Австралии, племена Южной Африки.

Количественный анализ дает для силы, сдвигающей повозку:

$$F_{\min} = \frac{r}{R} \frac{\mu Mg}{\sqrt{1 + \mu^2 (1 - r^2/R^2)}}.$$

При малом трении воспроизводится качественный результат:

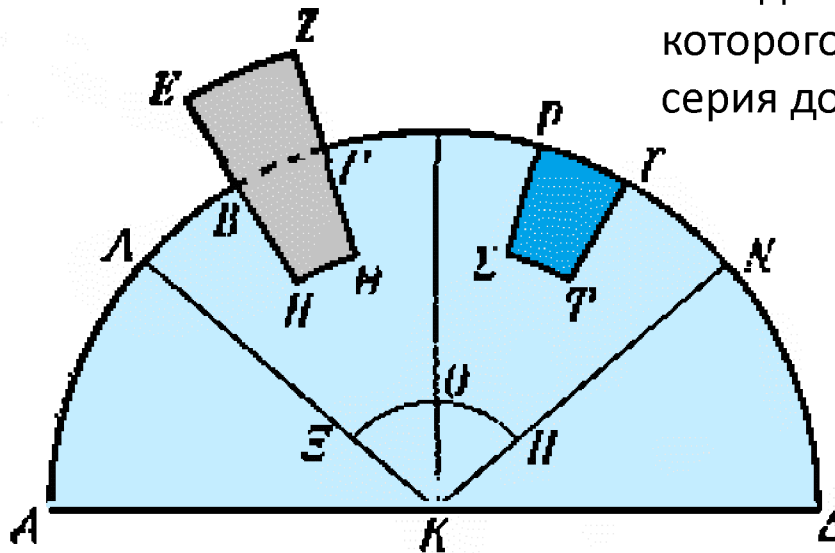
$$F_{\min} = \frac{r}{R} F_{mp}, \quad F_{mp} = \mu Mg.$$

Закон Архимеда (287—212 до н. э.)

«О плавающих телах».

«Предположим, что жидкость имеет такую природу, что из ее частиц, расположенных на одинаковом уровне и прилежащих друг к другу, менее сдавленные выталкиваются более сдавленными, и что каждая из ее частиц сдавливается жидкостью, находящейся над ней по отвесу, если только жидкость не заключена в каком-нибудь сосуде и не сдавливается еще чем-нибудь другим».

«Поверхность всякой жидкости, установившейся неподвижно, будет иметь форму шара, центр которого совпадает с центром Земли». Далее – серия доказываемых утверждений.



«Тело, более легкое, чем жидкость, будучи опущено в эту жидкость, погружается настолько, чтобы объем жидкости, соответствующий погруженной [части тела], имел вес, равный весу всего тела».

Витрувий (80-15 до н. э.) об Архимеде

Витрувий. *Десять книг об архитектуре.* Книга 9. Вступление, 9-12. Пер. Ф. А. Петровского. М.: Изд-во Академии архитектуры, 1936, С. 167-168.

Легенда о короне Гиерона, ванне и крике «Эврика». Конец рассказа:

11. Тогда, исходя из этого открытия, он, говорят, сделал два слитка одинакового веса с венцом — один из золота, другой из серебра. Сделав это, он взял объемистый сосуд, наполнил его до самых краев водой и опустил в него серебряный слиток, при погружении которого вода вытекла в количестве, равном величине слитка. Вынув затем слиток, он долил воды, отмерив ее секстарием, так, чтобы она опять сравнялась с краями, как и раньше. Так он определил, что серебро по весу соответствует известному количеству воды.

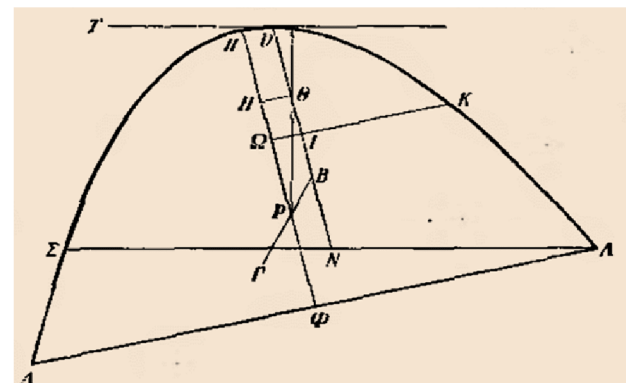
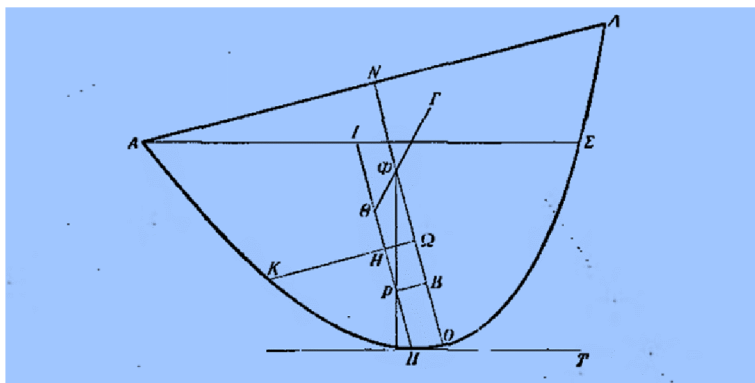
12. Проделав этот опыт, он подобным же образом опустил в наполненный сосуд золотой слиток и, вынув его, нашел посредством прежнего измерения, что воды убавилось не столько же, а меньше, насколько меньше был объем золотого слитка сравнительно с равным ему по весу серебряным. После же этого, вновь наполнив сосуд и опустив в то же количество воды самый венец, он нашел, что воды вытекло больше, чем при погружении золотого слитка такого же веса; и таким образом, исходя из того, что венец вытеснил больше воды, чем слиток, он показал примесь в золоте серебра и обнаружил покражу подрядчика.

«О плавании тел»

Витрувий: «Что же до Архимеда, то из всех его многочисленных и замечательных открытий приводимое мною является, несомненно, доказательством прямо-таки безграничной его изобретательности».

Но легенда не имеет никакого отношения к закону Архимеда!

Во второй книге трактата великого физика интересовала проблема устойчивости плавающего коноида (сегмента параболоида): метациентр должен быть выше центра тяжести. **Корабли!**



Архимед. Сочинения. Пер. И. Н. Веселовского. М.: Физматгиз, 1962.
Латинский перевод: Вильгельм из Мербеке (XIII в.) для Фомы Аквинского.
Греческий текст найден в 1905 г. (примерно 3/4 трактата).

«Ваза», 10 августа 1628 г.

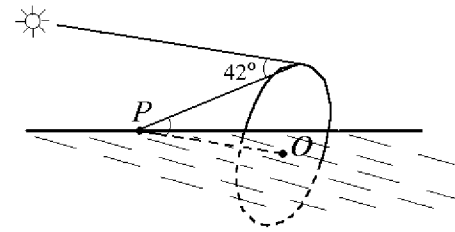


Корабль проплыл 1300 м и затонул на глазах у сотен стокгольмцев, собравшихся посмотреть его выход в море. Погибло 170 человек.

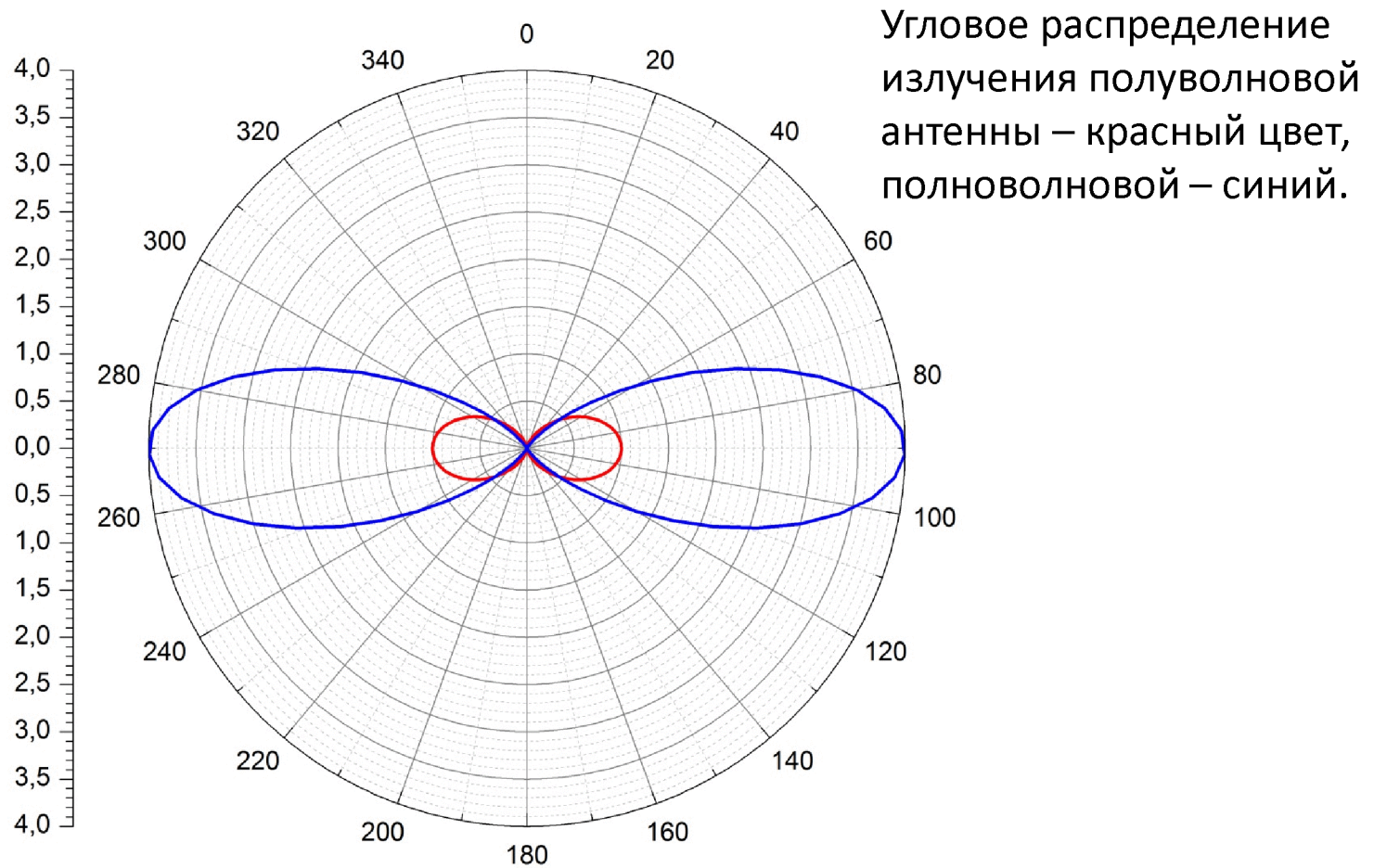


Еще в 17-м веке, через 2000 лет после Архимеда, корабли строили по эмпирическим правилам.

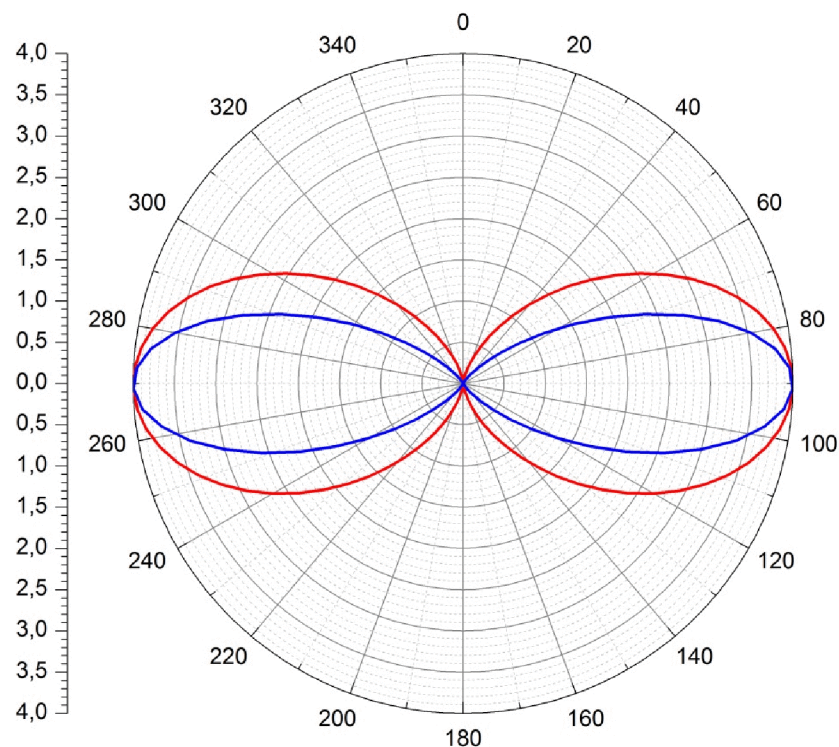
Живопись и интерактивность



Классическая электродинамика

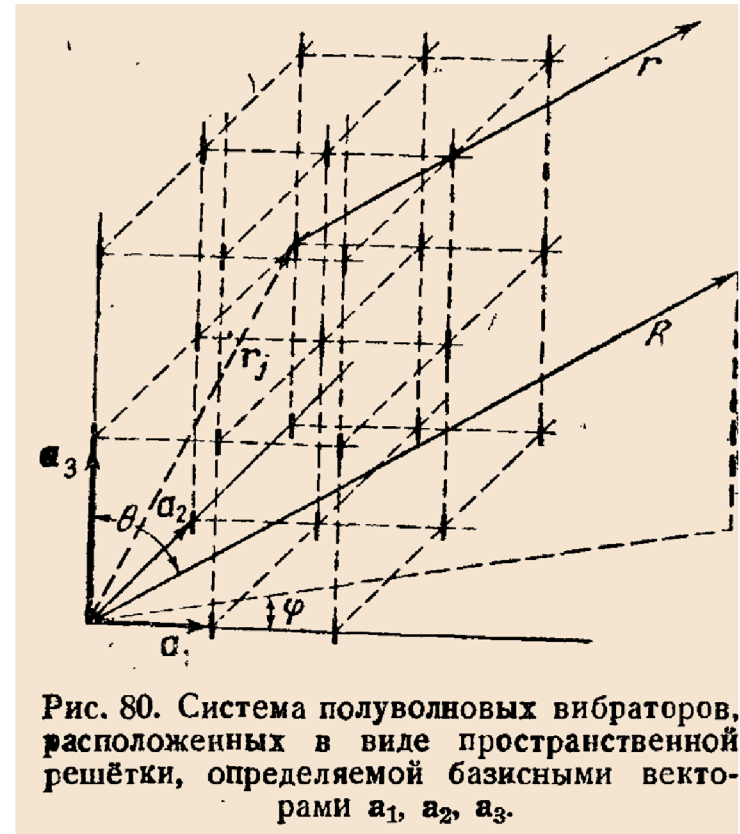
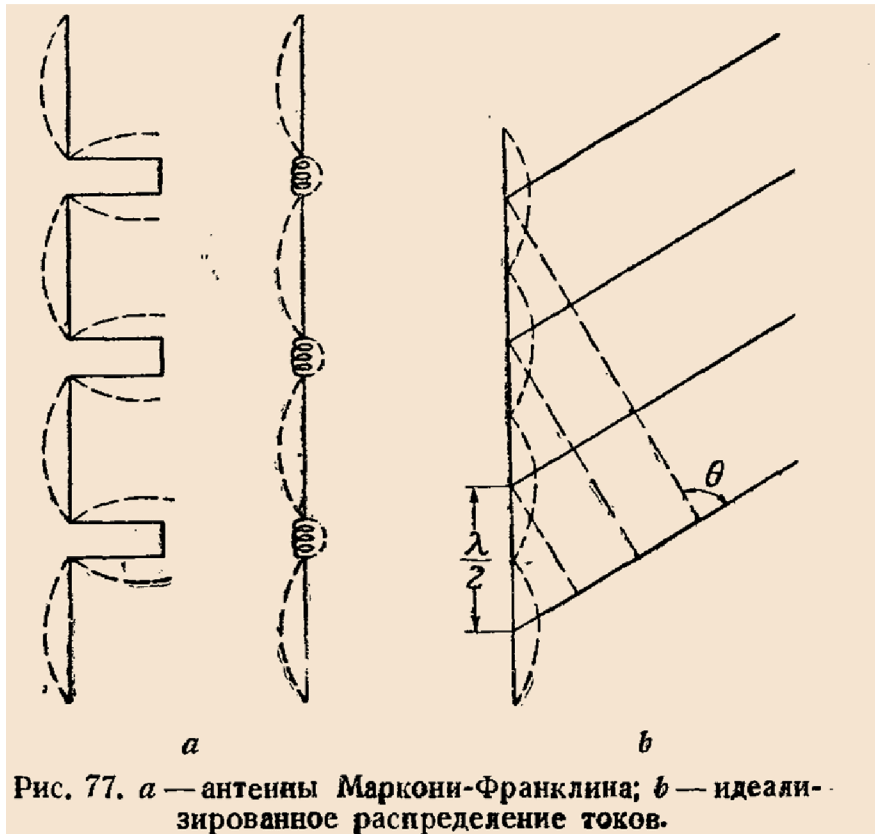


Предложение студентов: более наглядное сравнение диаграмм направленности двух антенн



На этом рисунке амплитуда тока в полуволновой антенне увеличена в два раза, чтобы максимальные значения интенсивности излучения были одинаковыми. Это позволяет нагляднее продемонстрировать эффект сжатия лепестков диаграммы направленности.

Система полуволновых вибраторов



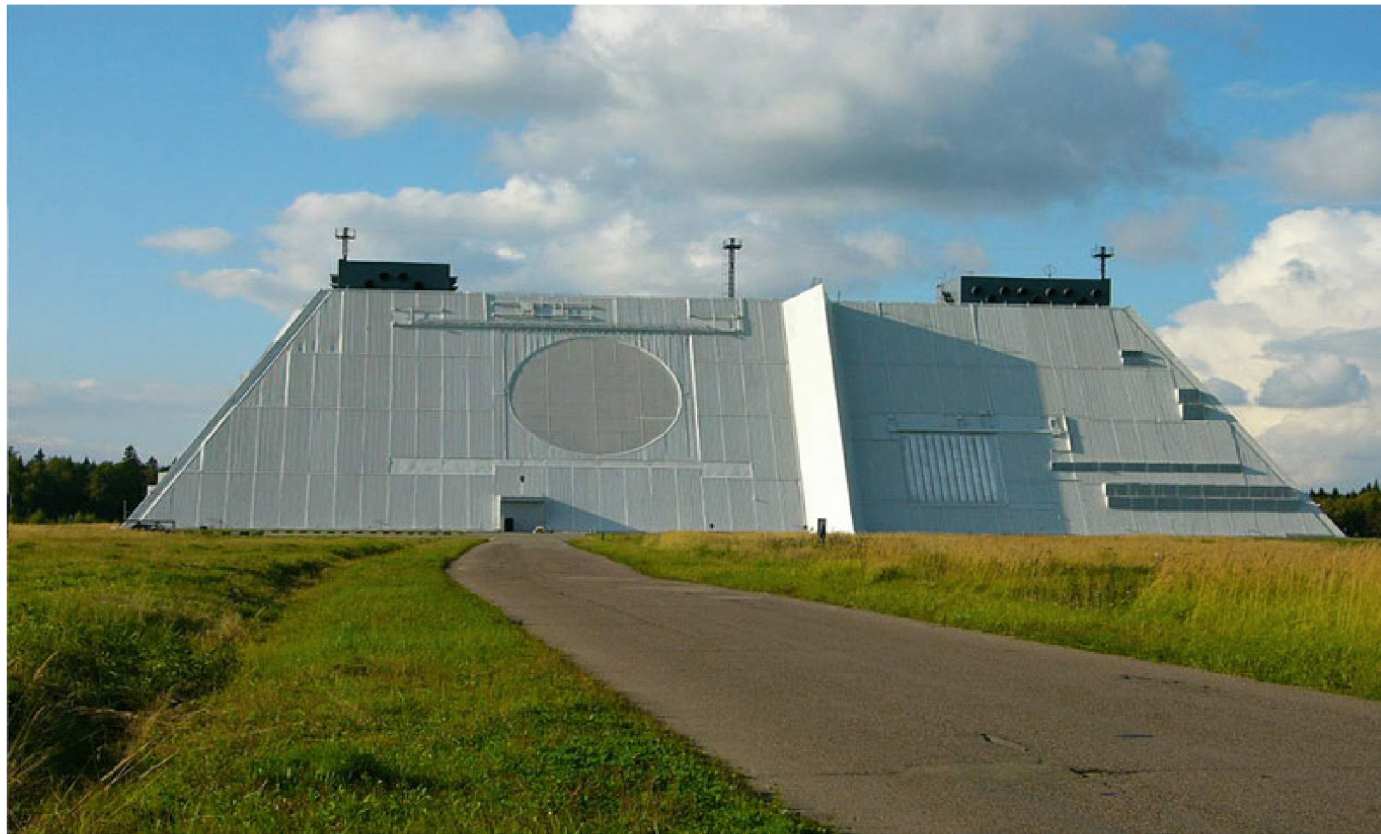
Рисунки из книги: Дж. А. Стрэттон. Теория электромагнетизма. М.: ГИТТЛ, 1948.

Антенны с фазированной решеткой



РЛС класса «Воронеж-М», район г. Усолъе-Сибирское

РЛС 5Н20 "Дон-2Н" (Софрино, Московская область)



Квантовая механика

В этой аудитории число брюнетов в сумме с числом стройных светловолосых людей больше или равно числу стройных мужчин. Проверим?

Пусть мы имеем дело с объектами, которые могут иметь (или не иметь) одно или несколько свойств A , B и C . Число объектов, имеющих свойство A , обозначим $N(A)$, число объектов, **не имеющих** свойства A , обозначим $N(\underline{A})$, и т.д. Числа объектов, обладающих двумя или тремя свойствами, обозначим как $N(A, B)$, $N(A, \underline{B})$, $N(\underline{A}, B, \underline{C})$ и т.д. Например, A – мужчина, B – блондин, C – полный. Тогда $N(\underline{A})$ – число женщин в аудитории, $N(A, \underline{B})$ – число брюнетов, $N(\underline{A}, B, \underline{C})$ – число стройных блондинок и т. д.

Очевидно соотношение $N(A, B) + N(A, \underline{B}) = N(A)$ (аннигиляция свойства и антисвойства). Как пример: число мужчин-блондинов и число мужчин-брюнетов в сумме дает полное число мужчин. Аналогично $N(A, B, C) + N(A, B, \underline{C}) = N(A, B)$.

Неравенство Белла гласит: $N(A, \underline{B}) + N(B, \underline{C}) \geq N(A, \underline{C})$.

Доказательство теоремы Белла

1. Исходное неравенство очевидно:

$$N(A, \underline{B}, C) + N(\underline{A}, B, \underline{C}) \geq 0.$$

2. Прибавим к обеим частям число

$$N(A, \underline{B}, \underline{C}) + N(A, B, \underline{C}) = N(A, \underline{C}).$$

3. Имеем тогда:

$$N(A, \underline{B}, C) + N(A, \underline{B}, \underline{C}) + N(\underline{A}, B, \underline{C}) + N(A, B, \underline{C}) \geq N(A, \underline{C})$$

4 Первая пара дает в сумме $N(A, \underline{B})$, а вторая $N(B, \underline{C})$, что и завершает

доказательство

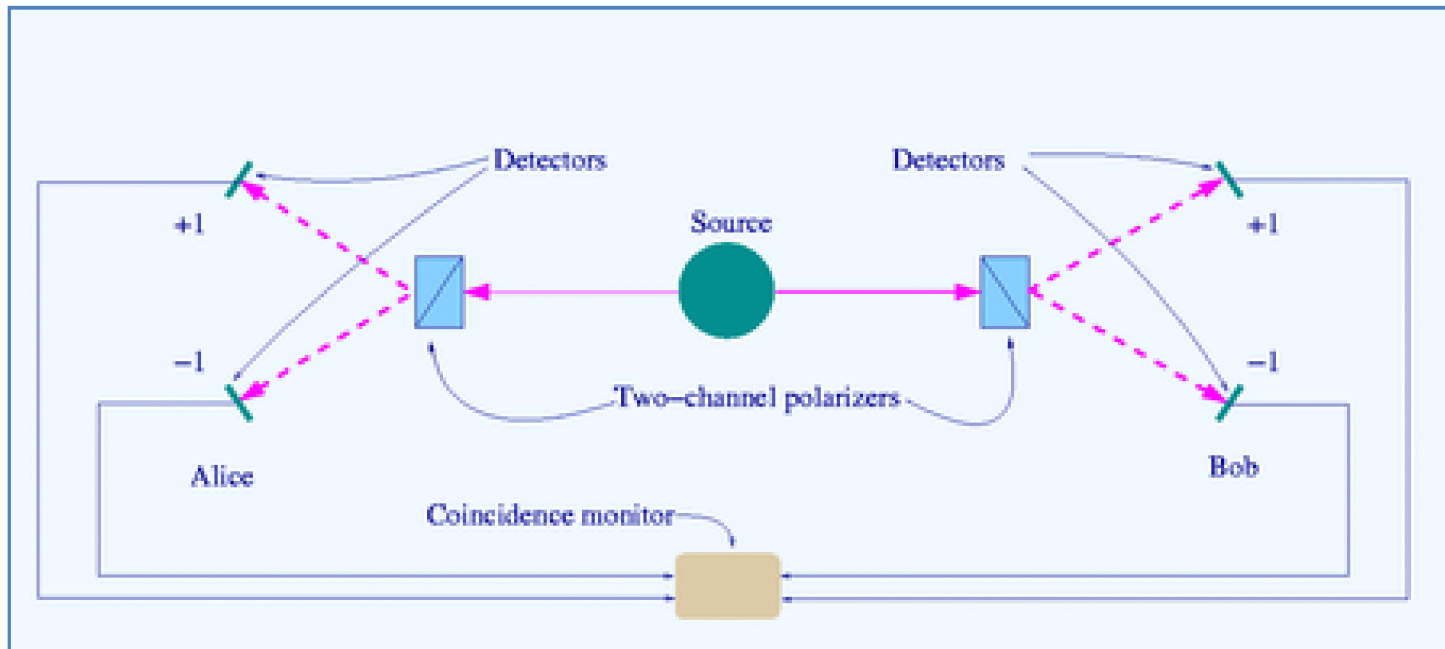
$$N(A, \underline{B}) + N(B, \underline{C}) \geq N(A, \underline{C}).$$

(циклическая
перестановка).

Важно: при использовании равенств типа $N(A, B) + N(A, \underline{B}) = N(A)$ мы неявно предположили, что каждый член группы определенно обладает, либо не обладает свойством B. Иными словами, мы предположили, что эти свойства подчиняются классическим законам.

Далее – проверка неравенства Белла на примере корреляций проекций спинов сцепленных (entangled) частиц.

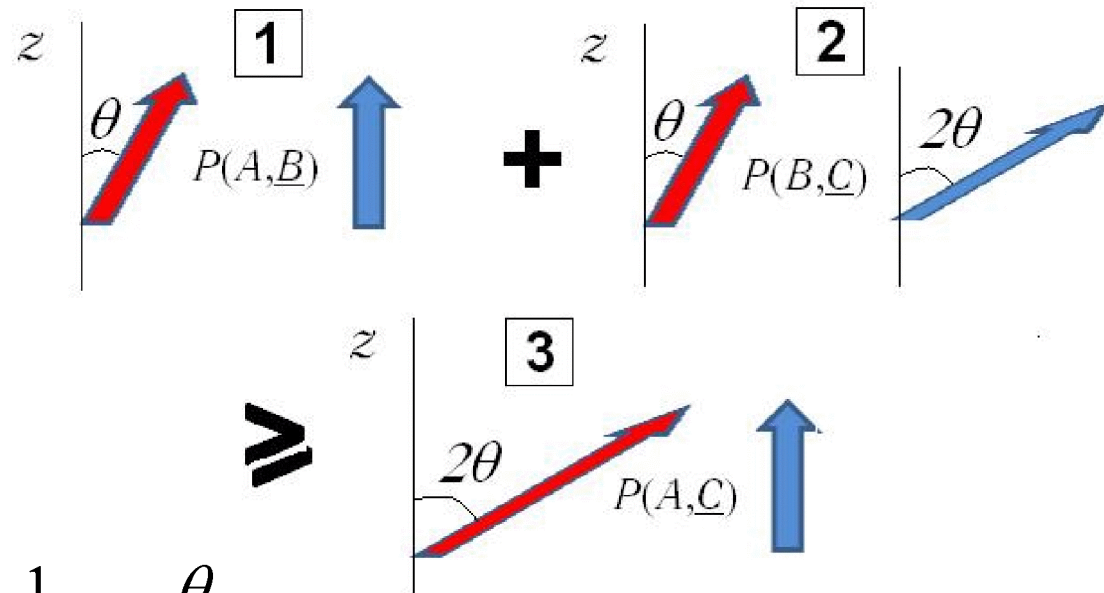
Схема проверки неравенств Белла



Источник порождает пары сцепленных частиц. Взаимная ориентация поляризаторов (для электронов - магнитное поле как у Штерна-Герлаха) устанавливается экспериментаторами. Сигналы (результаты измерения + или -) идут по разным каналам к детекторам, откуда импульсы поступают на схему совпадений для автоматического подсчета числа событий ++, +-, -+ и --.

Графическое представление измерений проекций спина

Алисой (красные стрелки) и Бобом (синие стрелки) проводится три серии измерений относительного числа частиц с показанными ориентациями спинов.



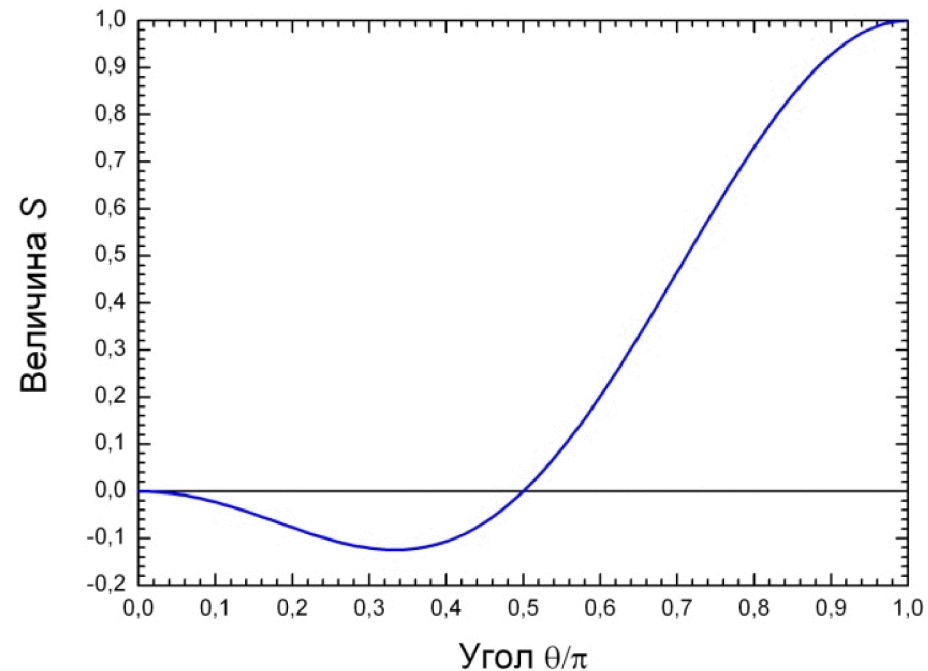
Квантовая механика дает для вероятности $\frac{1}{2} \sin^2 \frac{\theta}{2}$.

Согласно неравенствам Белла, величина S должна быть неотрицательна:

$$S = \sin^2 \frac{\theta}{2} - \frac{1}{2} \sin^2 \theta \geq 0.$$

Область нарушения неравенства Белла

Как видно на графике, в области $0 < \theta < \pi/2$ неравенства Белла нарушаются, т.е. квантовая механика вступает в противоречие с классической трактовкой спина (теорией локального скрытого параметра). Это и доказывает теорему Белла.



Теорема Белла (1964): никакая теория скрытых локальных параметров не может воспроизвести ВСЕ предсказания квантовой механики.

Какая из теорий правильна, должны были показать эксперименты. И показали!

«Счастье – это когда тебя понимают»

В лаб-системе К длина стержня l меньше собственной длины l_0 в системе К' (сокращение Фитцджеральда):

$$l = l_0 \sqrt{1 - V^2 / c^2}.$$

Вопрос студента: Но наблюдатель в К' удивится, когда узнает об этом. Для него все

линейки в К движутся и потому сократились. Значит, полагает он, стержень должен там казаться не короче, а длиннее:

$$l = \frac{l_0}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}.$$

$$\begin{aligned}x' &= \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}, \\y' &= y, \quad z' = z, \\t' &= \frac{t - \frac{V}{c^2} x}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}.\end{aligned}$$

Верно, но для К' положения концов стержня измеряются в К в разное время: передний конец на $l_0 V / c^2$ **раньше!** За это время задний конец стержня подвинулся, так что наблюдатель в К измерял более короткое расстояние:

$$\begin{aligned}l' &= l_0 - l_0 \left(V^2 / c^2 \right) = \\&= l_0 \left[1 - \left(V^2 / c^2 \right) \right].\end{aligned}$$

Из-за укорачивания линеек наблюдатель в К должен получить тот результат, который он и получил:

$$\begin{aligned}l &= \frac{l'}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}} = \\&= l_0 \sqrt{1 - V^2 / c^2}.\end{aligned}$$

НАУЧПОП



В активе:

- 23 подписные публикации («Природа», статьи в «Энциклопедическом словаре юного физика», брошюра общества «Знание», переводы статей журнала «В мире науки» (русское издание Scientific American)).
- Многочисленные публикации в разделе «Новости науки» в журнале «Природа».
- Переводы книг «Великая физика» и «Великий космос» и составление примечаний.

Зачем? Ответ как в анекдоте про обрезание: «Во-первых, это красиво». Мне было интересно и полезно.

Генри Кавендиш (1731-1810)

- Свободно пользовался понятием потенциала, в то время известного, быть может, только Л. Эйлеру и Ж. Лагранжу.
- В серии экспериментов установил, что потенциал, приложенный к проводнику, пропорционален текущему току, т. е. почти на полвека предвосхитил закон Ома.
- За 65 лет до М. Фарадея открыл влияние среды на емкость конденсатора и определил значения диэлектрической проницаемости разных веществ.
- За 12 лет до Ш. Кулона экспериментально нашел закон обратных квадратов, превзойдя точность измерений как своих предшественников, так и самого Кулона.



H. Cavendish

Великий ученый, затормозивший развитие науки на полвека!

Future in the past

Доклад И. И. Боргмана «Последние успехи физики» 21.12.1911 на 2-м Менделеевском конгрессе. Профессор СПб университета, обучал физике наследника престола (Николая II) и его брата. В богатейшем городе богатейшей империи он с горечью говорил:

«Я не могу не отметить, какими средствами располагает лаборатория маленького города Лейдена маленькой страны Голландии. Для одного лишь опыта Камерлинг-Оннесу потребовалось 75 л жидкого воздуха и 20 л жидкого водорода. В каком из русских университетов можно было бы затратить на один опыт столько денег, сколько нужно для получения таких больших количеств этих жидкостей?».



Иван Иванович Боргман
(1849-1914)

Можно ли предсказать развитие науки?

И.И. Боргман в заключение доклада:

«Я оставил в стороне все то, что в последнее время было высказано относительно принципа релятивности, природы излучения и сущности света. Все это касается самого фундамента теоретической физики и возбуждает необычайный интерес. Но мне думается, что по этим вопросам еще не время принимать окончательное решение. Недостаточны весьма остроумные спекуляции, весьма изящные сопоставления, нужны факты, нужны данные непосредственных опытов, чтобы раз навсегда отказаться от того, чем жила наша наука в течение всего времени ее необыкновенного развития. Идея об эфире, идея об участии среды в передаче действий на расстояние руководила изысканиями всех крупнейших исследователей в области физики. Эта идея принесла пользу; мы знаем, к каким блестящим результатам привела она. Вероятно, и в будущем она послужит нам. Задача настоящего времени — выяснить природу электрона, сущность фарадеевых трубок и хотя бы немного подвинуться в разрешении вопроса, что такое положительное электричество. Внимательное изучение того, что происходит при ударах α -частичек о встретившиеся им преграды, даст возможность, быть может, ближе ознакомиться с отношением положительного электричества к материи. Пожелаем же, чтобы наша наука продолжала так же, как и до сих пор, быстро развиваться и чтобы в дальнейших завоеваниях ее все больше и больше участвовали русские силы».

Комментарий

- И.И. Боргман, ученик Г. Герца – один из образованнейших людей своего времени. Однако, ни теория относительности, ни гипотеза квантов им даже не обсуждаются. Открытие атомного ядра не замечено, как и открытие сверхпроводимости. Упомянутое «положительное электричество» не имеет фундаментального значения, это каналы лучи.
- Физикам второй половины 20-го века было намного легче: усложнились теории, но не было той коренной ломки понятий, которая настигла физиков начала 20-го века.
- Так можно ли вообще предсказывать развитие науки? Ответ очевиден: нет и еще раз нет.
- Но можно ли предсказать потенциальную полезность науки для практических нужд общества? До сих пор так и было. Изначально, от Архимеда до Галилея дальше – механика, баллистика, астрономия, Тепловые машины – термодинамика. Электричество – уравнения Максвелла. Квантовая механика – транзисторы, ядерное оружие и реакторы, лазеры...
- Что дальше? Замечательные теории – Стандартная модель (Вайнберг-Салам, хромодинамика, бозон Хиггса), и нулевой выход в практические приложения.

Теории за пределами нашего мира

Солнце: $T_s=6000$ К, $T_c=13,5 \cdot 10^6$ К .

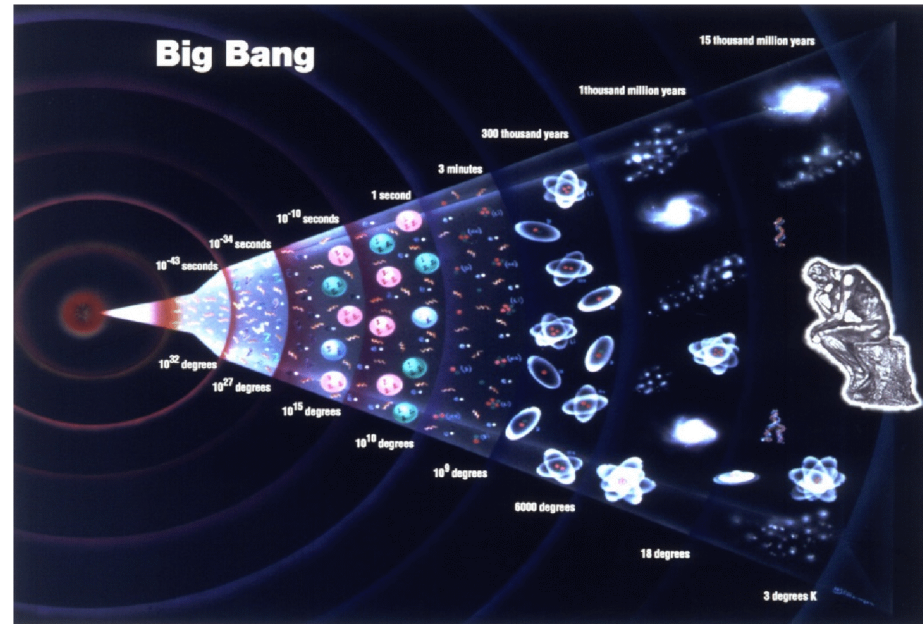
$1 \text{ эВ} \sim 1,16 \cdot 10^4$ К

$E_s = 0,5 \text{ эВ}$, $E_c = 1,2 \text{ кэВ}$.

Наш мир – от мэВ (большие молекулы) до МэВ (ядерные реакции в звездах).

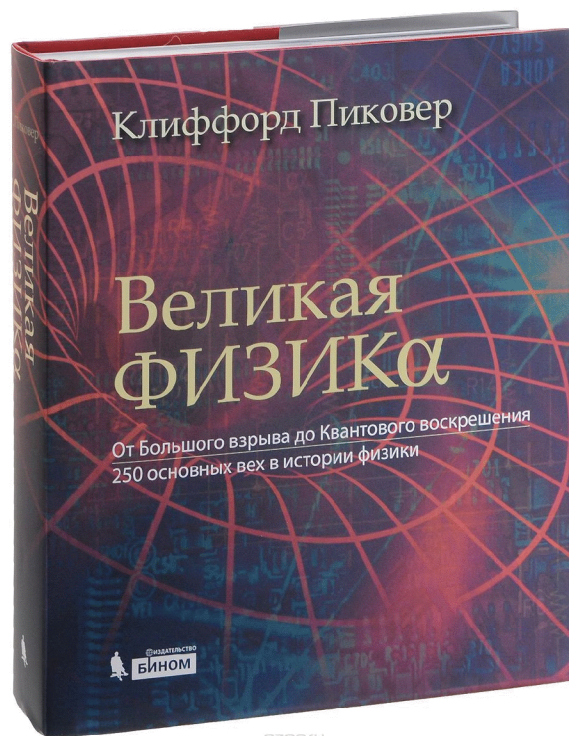
Более высокие энергии влияют опосредованно.

Падение интереса к физике в мире имеет и объективную составляющую.



Любое открытие в нашем мире потенциально имеет практические применения. То, что лежит вне нашего мира, применений не имеет и иметь не будет. **Физика превращается в прикладную науку, а фундаментальное направление – физика частиц - возвращается в состояние натурфилософии.** Остается наблюдательная космология (без принципа повторяемости эксперимента).

Переводы



В. А. МАТВЕЕВ: «Нужно отдать должное самостоятельности и независимости Михаила, его ищущей натуре и критическому складу характера. Кое-кто называл его педантом, но это мало о чем говорит сейчас, по прошествии стольких лет. Чего нельзя от него отнять, так это въедливости в детали любого дела, за которое он брался».

Черная капля

Эффект при прохождении Венеры по солнечному диску (цикл 243 года, следует парами с разрывом в 8 лет).

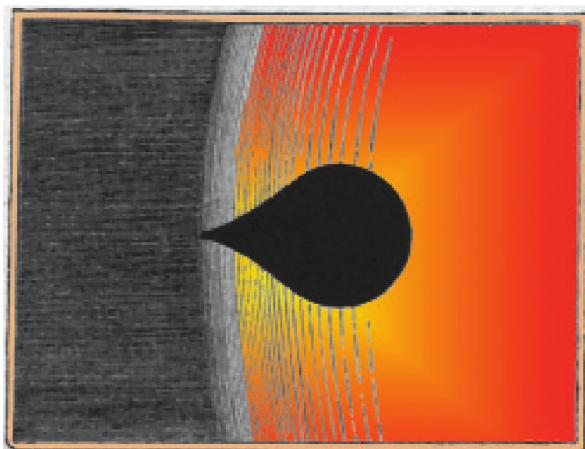
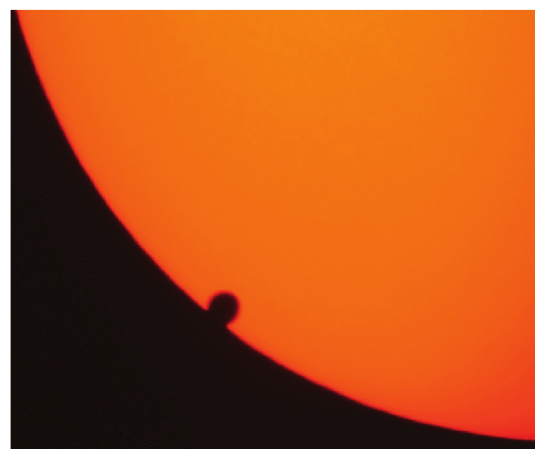


Рисунок 1874 г, Австралия.



Фотография 2004 г.

Цитата: Первое подробное описание эффекта "черной капли" дал в 1761 году шведский химик и минералог Торберн Олаф Бергман, говоривший о "лигатуре", соединившей силуэт Венеры с темным краем Солнца. В последующие годы подобное сообщили многие ученые. Например, британский мореплаватель Джеймс Кук также наблюдал эффект "черной капли" во время прохождения Венеры по диску Солнца в 1769 году.

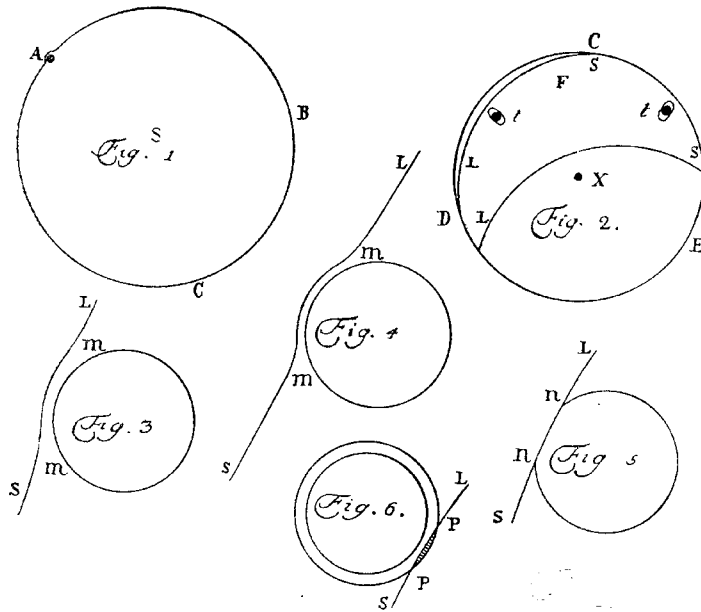
Джеймс Кук, 1769 г.

Запись от 3 июня 1769 г.: «Мы ясно видели атмосферу или дымку вокруг планеты, которая сильно мешала определению моментов касания (краев солнца и планеты), особенно двух внутренних касаний. Наблюдения велись д-ром Соландером, м-ром Грином и мною; записи о моментах касания отличались друг от друга больше, чем мы ожидали».



Наблюдения проводились на о. Муреа во Французской Полинезии. К сожалению, Чарльз Грин, астроном экспедиции, позже умер в плавании, заразившись дизентерией, и в его черновиках никто не сумел разобраться.

М. В. Ломоносов, 1761 г.

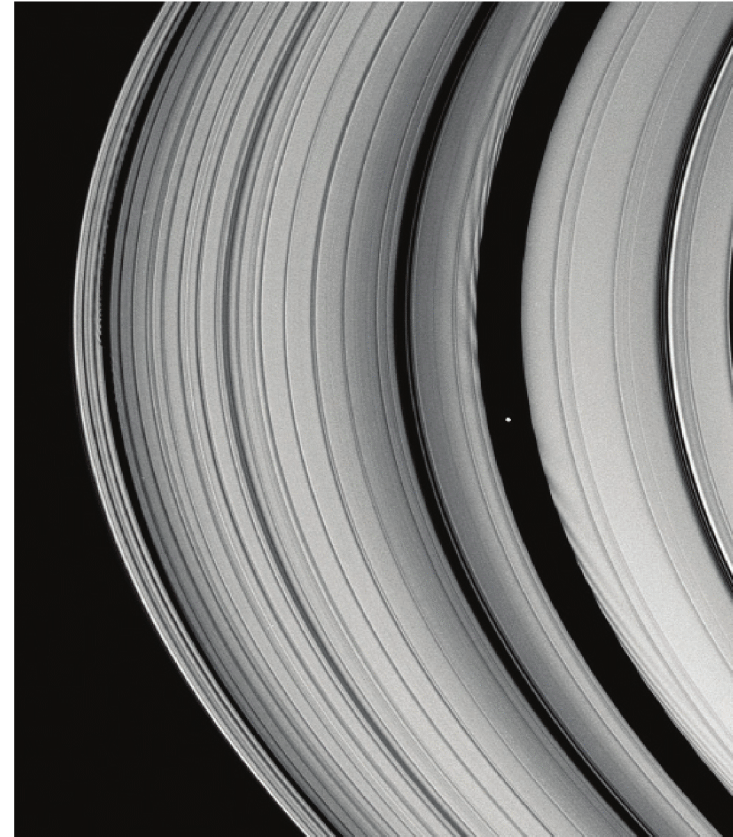


То же самое прохождение Венеры, что и упомянутый в тексте Бергман, наблюдал 6 июня 1761 г. в Петербурге М. В. Ломоносов. «При выступлении Венеры из Солнца, когда передний ее край стал приближаться к солнечному краю и был (как просто глазом видеть можно) около десятой доли Венерина диаметра, тогда появился на краю Солнца пупырь (смотри А, фиг. 1), который тем явственнее учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила (смотри фиг. 3 и 4). <...> Вскоре оный пупырь потерялся, и Венера показалась вдруг без края (смотри фигуру 5)».

«Великий космос»

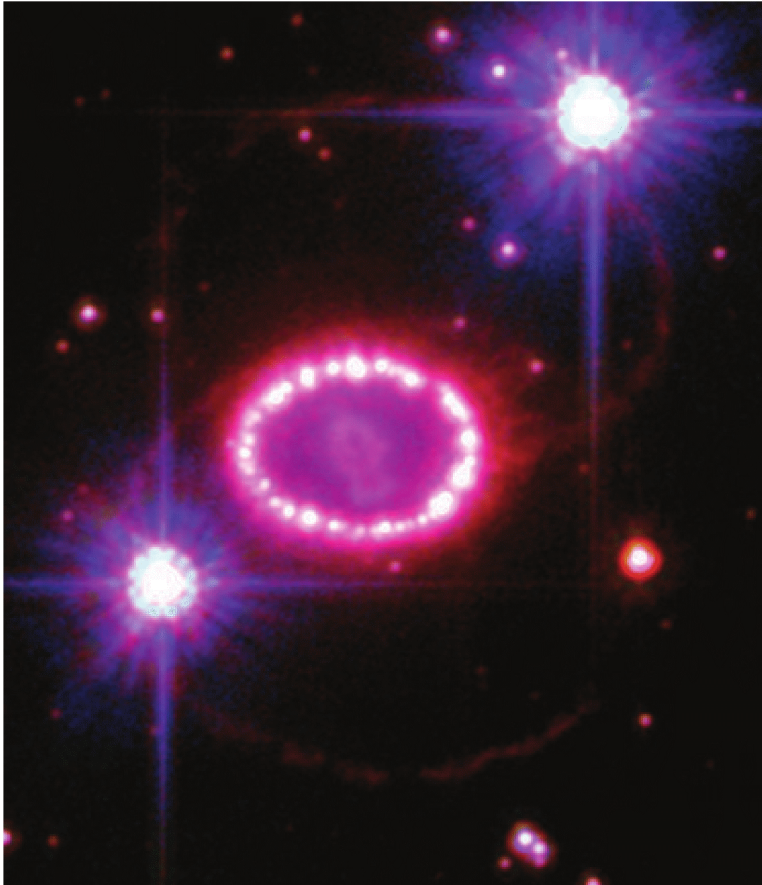


Сатурн и шесть его спутников.
Снимок Вояджер-1 в ноябре 1980 г.

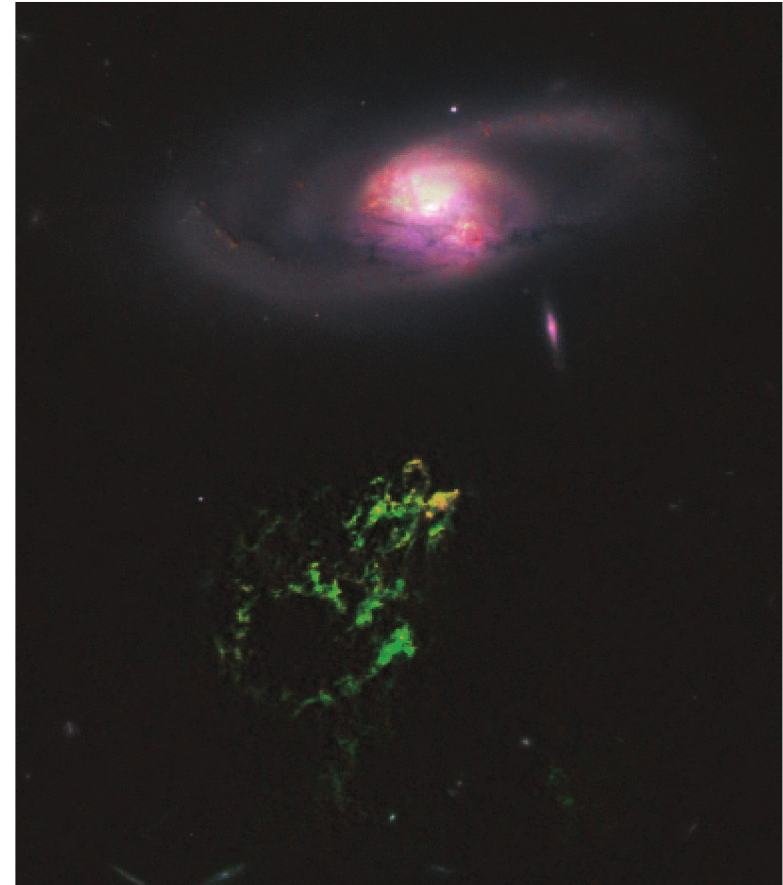


Кольца Сатурна и спутник-пастух Пан в щели Энке. Снимок со станции Кассини, 2004.

«Великий космос»



Ударная волна, окружающая остатки
Сверхновой 1987А. Снимок с телескопа «Хаббл».



Объект Ханни (ван Аркел) вблизи
спиральной галактики IC 2497 (650 млн св.
лет). Снимок с телескопа «Хаббл», 2010 г.

ПУБЛИЦИСТИКА



Короткое увлечение – всего 6 публикаций в период 1989-1993 гг.

Экономическая и социальная нестабильность общества разрушительно действует на сферу духа. Не всякое тоталитарное государство способно нанести такой ущерб, как плюралистичное до всеядности общество, потерявшее ориентиры в царстве интеллектуальных ценностей и неспособное отличить добро от зла и правду от лжи.

«Страна становится глупее»

- Смесь религиозных обрядов с отсутствием истинной веры, смесь обрывков запечатленных в Писании космогонических теорий древности с не менее древней астрологией и верой в мистику, магию, колдовство.
- Исчезновение уважения к науке и образованию, непонимание обществом и политиками их фундаментальной ценности (общая культура общества, формирование особого стиля мышления, способность найти нетривиальные подходы к решению различных проблем.
Пример: тираж Scientific American - 1 млн экз., «Природы» – 50 000.

Это в 90-хх, угадайте, сколько сейчас? **Ответ: – 300!**

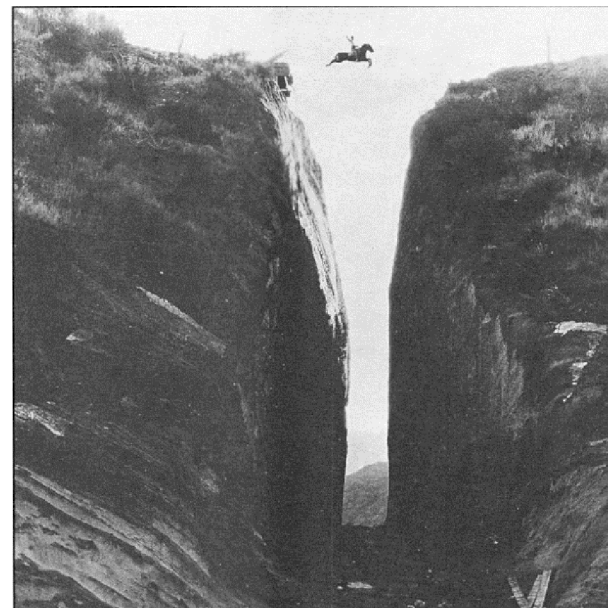
- Как следствие – утечка мозгов (и потомства этих мозгов). Причина не только в поисках лучшей доли (важен относительный уровень благополучия, а не абсолютный), но исчезновение благоприятного для интеллектуалов психологического климата. Сейчас мы никому не нужны, и никто не знает, через сколько лет понадобится и понадобится ли.

«Пропась в два скачка не перескочишь»

Встреча в журнале «Коммунист» с будущим министром. Вопросы:

- Как будет работать рынок в сильно монополизированной стране? Есть опасность возникновения олигархического капитализма латиноамериканского типа.
- Есть ли какие-то научные наработки о путях перехода к новой экономической системе – что в каком порядке делать?
- Каково предполагаемое время перехода? Вы говорите, что рынок – чудесное изобретение, и года через три все будет ОК. Но характерное время социальных процессов – поколение. Все релаксирует за два-три характерных времени, то есть вам нужно 50-70 лет.

Ответ один: не знаю. Мы сделали карьеру на предсказании краха плановой экономики. Они сбылись, что дальше – не знаем, как выйдет.



Экономика наука или искусство?
Пример с нотами.

Через пропасть прыгают ковбои, и то в кино. Армия строит мост или ищет обходной путь. Вас возненавидят.

БАЛЕТ



Более общо, сфера культуры.

В активе:

- 52 вечера Госфильмофонда СССР в Доме ученых ОИЯИ.
- 6 вечеров духовной музыки (ансамбль «Благовест» п/у Галины Кольцовой).
- 173 балетных вечера в Государственном центральном театральном музее им. Бахрушина, начиная с апреля 2001 г.
- 19 публикаций о балете в журнале «Балет» и «Музыкальная жизнь», в газетах «Коммерсант», «Известия», «Культура», «Время новостей», в театральных буклетах.
- Подготовка к изданию книги «Балетные артисты рассказывают».
- Благодарность министра культуры в связи с 10-летием вечеров.

Материальные свидетельства нашей деятельности



Благодарности

Чем был хорош МГУ им. Ломоносова? Даже не преподаванием. Брали дополнительные курсы на Физтехе (в ИТЭФ): «Квантовая электродинамика» - В. Б. Берестецкий и «Слабые взаимодействия» - Л. Б. Окунь (очень полезные); «Сильные взаимодействия» - К. А. Тер-Мартirosян (не дослушал из-за сумбурности изложения).

Главное - возможность общения с другими факультетами. На 2-м курсе – «Риманова геометрия» на мехмате у П. К. Рашевского. Или лекция об Андрее Белом на филфаке в Большой коммунистической аудитории на Моховой.

Широта тематики ЛТФ сделала ее таким же университетом, здесь тоже всегда было можно найти эксперта по любому вопросу. Я благодарю всех друзей, соавторов и коллег, с которыми имел удовольствие общаться на протяжении почти полувека, проведенного в ЛТФ. Но для рассказа о влиянии на меня всех, кого (поверьте) люблю и помню, понадобился бы толстый том.

Я благодарен своим учителям М. К. Поливанову и В. А. Матвееву, руководителям ОИЯИ и ЛТФ Н. Н. Боголюбову, Д. И. Блохинцеву, А. Н. Тавхелидзе, В. Г. Кадышевскому, В. А. Мещерякову, благодаря которым я стал тем, кем стал.

Last but not least – моя признательность жене Ирине Арутюнян, создающей уже почти 50 лет комфортные условия для развития всех этих «скрытых» измерений.