

**СИЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ:**

QUO VADIS ?

DICIT EI SIMON PETRUS:
“DOMINE, **QUO VADIS ?**”
RESPONDIT JESUS: “QUO
EGO VADO, NON POTES ME
MODO SEQUI; SEQUERIS,
AUTEM POSTEA.”

EVANGELIUM SECUNDUM JOHANNEM, 13:36

Το Ευαγγέλιο του Ιωάννη
Κεφάλαιο 13:36

Του λέει ο Σίμων Πέτρος: “Κύριε, πού πηγαίνεις;” Ο Ιησούς του απάντησε: “Εκεί που πηγαίνω εγώ, δεν μπορείς να με ακολουθήσεις τώρα. Αργότερα όμως θα με ακολουθήσεις”.

СИЖОН ПЕТР СКАЗАА СЖУ:
“ГОСПОДИ! КУДА ИДУШЬ ТЫ?”
ИИСУС ОТВЕЧАА СЖУ: “КУДА Я
ИДУ, ТЫ НЕ МОЖЕШЬ ТЕРПЕРЬ ЗА
ЖНОЮ ИДУТИ, Я ПОСЛЕ ПОЙДУШЬ ЗА
ЖНОЮ.”

БЕАНГБАНБ ОТ ИОННА 13 СТИХ 36

БІВЛІА

сірѣчь

книги Свѣщеннаго Писанїа
Вѣтхаго и Новаго Завѣта

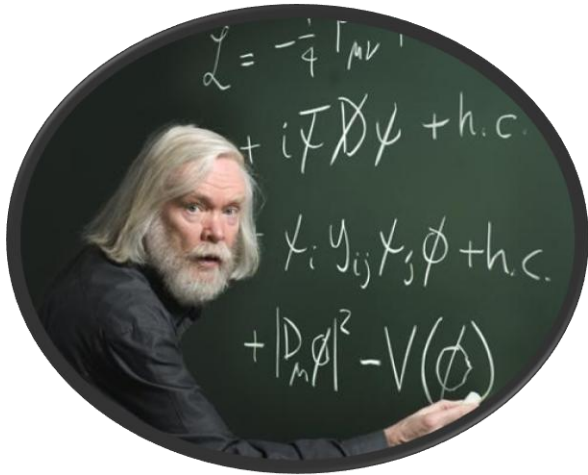
Ѡ Іωάνна сѣое
бѣговѣствованїе

Глава 13

36 Глагола ємѣ сімѡнъ пѣтръ: гдѣи, **како ѣдєши;** Ѡвѣща ємѣ
їисъ: ѣможе (ѣзъ) ѣдѣ, не моѣши нѣѣ по мнѣ итѣ: послѣдї
же по мнѣ ѣдєши.

WHERE IS PARTICLE PHYSICS GOING?

(from the CERN guru J. Ellis)



The SM ?



Despite the impressive progress already made, many things are still to be learnt about the Higgs boson, including its expected dominant $\bar{b}b$ decay modes, rare decays into lighter particles and the triple-Higgs coupling. The best tool for interpreting Higgs and other electroweak measurements is the SMEFT, and possible future e^+e^- colliders offer good prospects for higher-precision measurements beyond the sensitivities of the LHC.



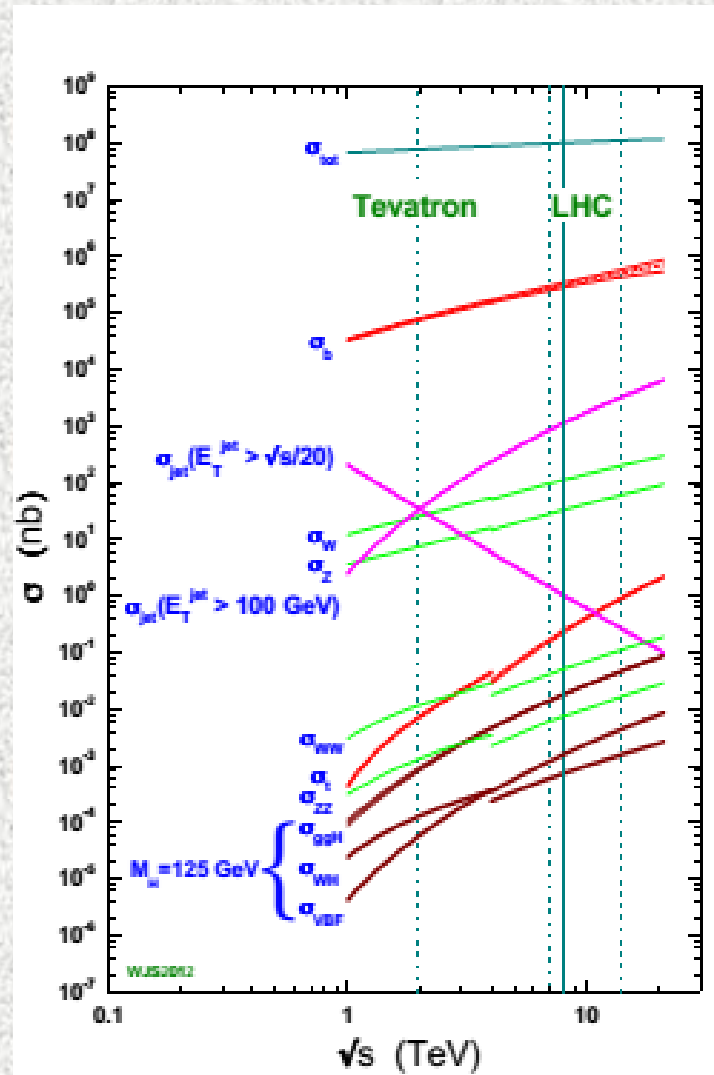
George Harrison:

“If you don't yet know where you're going, any road may take you there...”

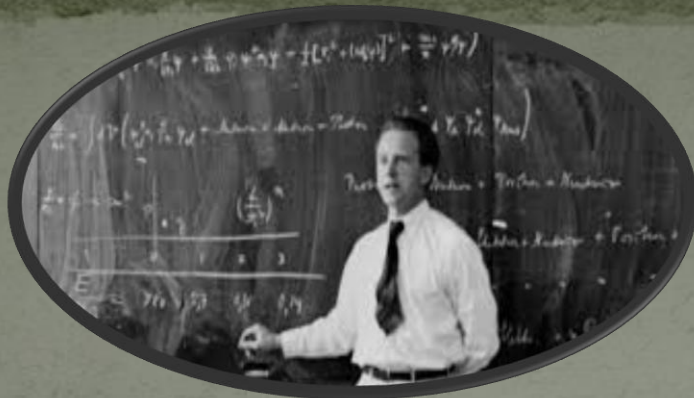
There are many reasons to anticipate the existence of physics **beyond the SM**, of which I (JE) list just 7 here.

- 1) The prospective instability of the electroweak vacuum.
- 2) The astrophysical and cosmological necessity for dark matter.
- 3) The origin of matter itself, i.e., the cosmological baryon asymmetry.
- 4) The masses of neutrinos.
- 5) The naturalness of the hierarchy of mass scales in physics.
- 6) A mechanism (or replacement) for cosmological inflation to explain the great size and age of the Universe.
- 7) A quantum theory of gravity.

$$\sigma_{tot}^{pp}(8\text{ TeV}) = 103.0 \pm 2.3\text{ mb}$$



$$\sigma_{incl}^{HIGGS}(8\text{ TeV}) = \mathcal{O}(20\text{ pb})$$



«В будущей теории важнейшую роль будут играть, вероятно, такие величины, как полные эффективные сечения в предельном случае высоких энергий... Если же поля дальнodelействующих сил существуют, то эффективное сечение может увеличиваться с возрастанием энергии... эффективное сечение будет расти логарифмически.»

W. Heisenberg. Zs. Phys., 113(1939)61.



1932-1934

- Открытие нейтрона (В. Боте- Г. Беккер, И.Кюри - Ф. Жолио, Дж. Чедвик)
- Открытие позитрона (К. Д. Андерсон)
- Локальный характер β -распада
(В. А. Амбарцумян - Д. Д. Иваненко(1930), Д. Д. Иваненко, Э. Ферми)
- Обменная модель ядерных сил (Д. Д. Иваненко, И. Е. Тамм, В. Гайзенберг)
- Фермиевское взаимодействие при высоких энергиях и идея элементарной длины
(В. Гайзенберг).
- Идея Юкавы о мезонном обмене.

1935-1943

- ПОПЫТКИ ОБЪЯСНЕНИЯ «ЗВЁЗД» В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ НАЛИЧИЕМ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ДЛИНЫ
(В. Гайзенберг)
- ПОПЫТКИ ФОРМУЛИРОВКИ ТЕОРИИ В ТЕРМИНАХ «НАБЛЮДАЕМЫХ» (В. Гайзенберг)
- НАРАСТАНИЕ «ПРОБЛЕМЫ РАСХОДИМОСТИ» В КВАНТОВЫХ ТЕОРИЯХ ПОЛЯ
(Э. А. Юлинг, Р.Сербер и .)
- ГЕНЕЗИС « S-МАТРИЧНОЙ ПАРАДИГМЫ»
(Дж.Уилер, Дж. Брейт, В. Гайзенберг)

1946-1949

- Причинность и дисперсионные соотношения
(Р. Крониг, Г. Крамерс)
- Новый подход в КЭД. Генезис теории перенормировок
(У.Е.Лэмб- Р.С.Рёзерфорд; Г.Бете,
Г. Крамерс, В. Вайскопф, С.-И. Томонага,
Ю.Швингер, Р.Фейнман, Ф. Дайсон)
- Открытие пиона
(С.Ф. Пауэлл)

1949-1953

- Первая модель композитного нуклона
(Янг - Чжень-Нинь - Э. Ферми)
- Статистические и гидродинамические теории
множественного рождения
(Ферми, Ландау, Померанчук, Гайзенберг,...)
- Квазиклассическая квантово-полевая модель
Гайзенберга
(предсказание $\log^2$ - роста сечений.)

1953-1960

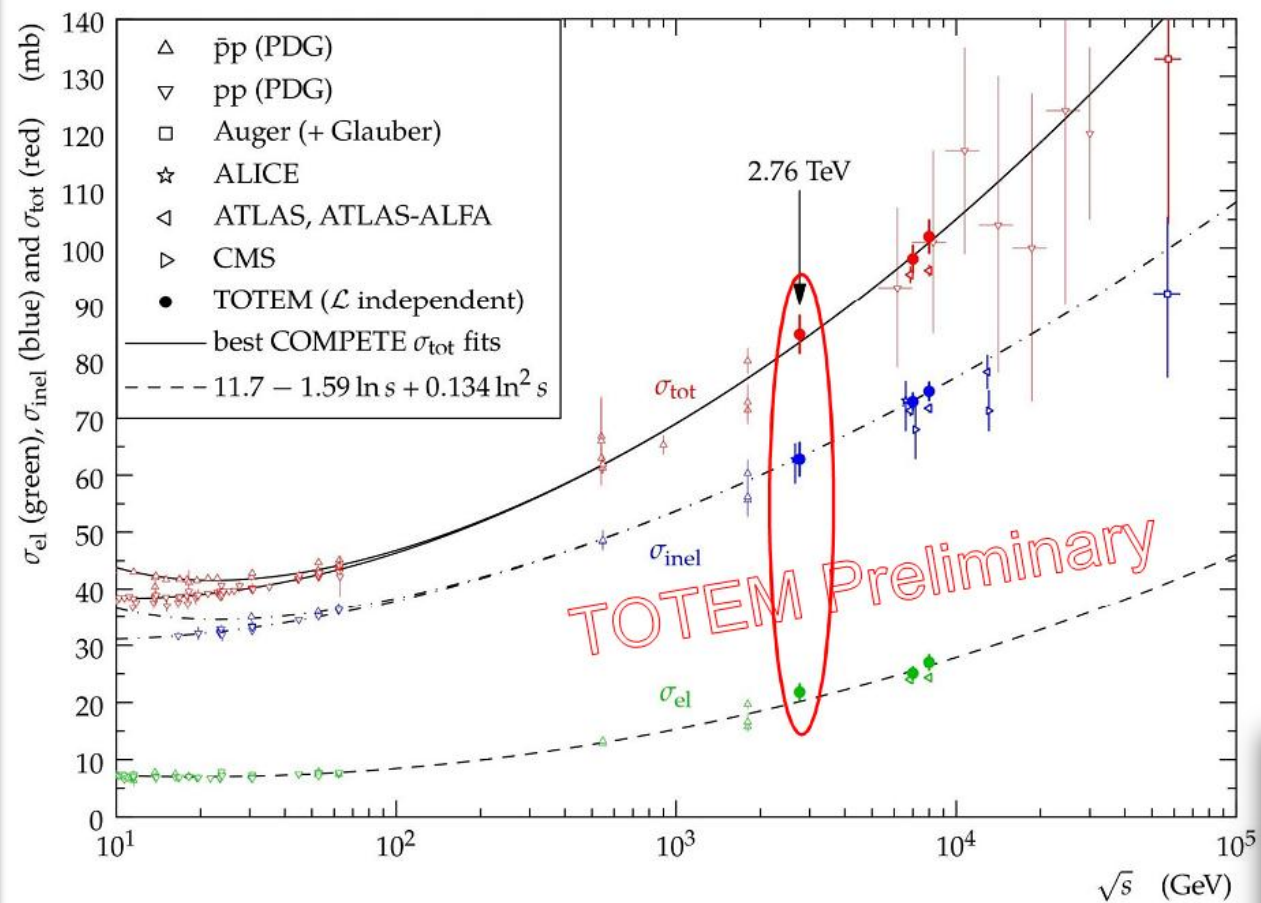
- Аксиоматический метод (А. Уайтмен, Н. Н.Боголюбов,, Р. Стритер,...)
- Дисперсионные соотношения (М. Гелл-Манн – М.Гольдбергер-В.Тирринг)
- Создание последовательной теории перенормировок (Н. Н. Боголюбов – О. А. Парасюк)
- Метод ренормгруппы (Э.К.Г. Штюкельберг- А. Петерман, Н. Н. Боголюбов, М. Гелл-Манн- Ф. Лоу)
- Первое строгое доказательство дисперсионных соотношен для πN – рассеяния (Н. Н. Боголюбов)
- Спектральное представление функций Грина (Г. Леман, Р. Йост, Ф. Дайсон)
- Углубленное изучение аналитических свойств диаграмм Фейнман (Л. Д. Ландау, А. А. Логунов, И. Т. Тодоров, Р. Карплус, М. Рудерман, Г. Бремерман, Р. Оме, Дж. Тейлор...)
- Редукционный формализм (Н. Н. Боголюбов- Б. В. Медведев- М. К. Поливанов, Г. Леман , Л. Шиманчик, В. Циммерман)

1961-1973

- Развитие аксиоматического метода (Фруассар, Мартен, Эпштейн-Глазер, Логунов, Файнберг, Мейман....)
- Аналитическая теория S -матрицы; «бутстрап» (ЧЬЮ, ФРАУЧИ, МАНДЕЛЬСТАМ,...)
- Становление Редже-парадигмы (Померанчук, Грибов, Гелл-Манн, Лоу, Канчели-Мюллер....)
- Дуальность (Логунов-Соловьёв-Тавхелидзе, Иги-Мацуда, Долен-Хорн-Шмидт, Венециано, Сузуки, Виразоро, Шварц, Чан-Патон...)
- Квантование калибровочных полей (Фаддеев-Попов, Славнов, 'т Хоофт-Вельтман, Де Витт)
- Партоны и скейлинг в ГНР (Тейлор-Фридман-Кендалл, Бьёркен, Фейнман, Марков,...)
- Масштабные законы в адронных процессах (Денисов-Прокошкин..., Янг-Чжень Нинь и др., Фейнман, Матвеев-Мурадян-Тавхелидзе, Бродски-Фаррар)
- Открытие роста полных K^+p сечений (Прокошкин, Денисов,...)

1973-2017

- Асимптотическая свобода
(В. С. Ваяшин- М. В.Терентьев (1965),
И. Б. Хриплович (1967), 'т Хоофт (1972),
Д.Гросс- Ф.Вильчек- Д.Политцер (1973))
- Открытие роста полных рр-сечений
(Маттиа, Беллетини, Джакомелли,
Амальди,...)
- Множественность Померонов в
перенормируемых теориях (Лавлейс, Кэрди,
Гекаторн, Липатов)
 - ЛНС?

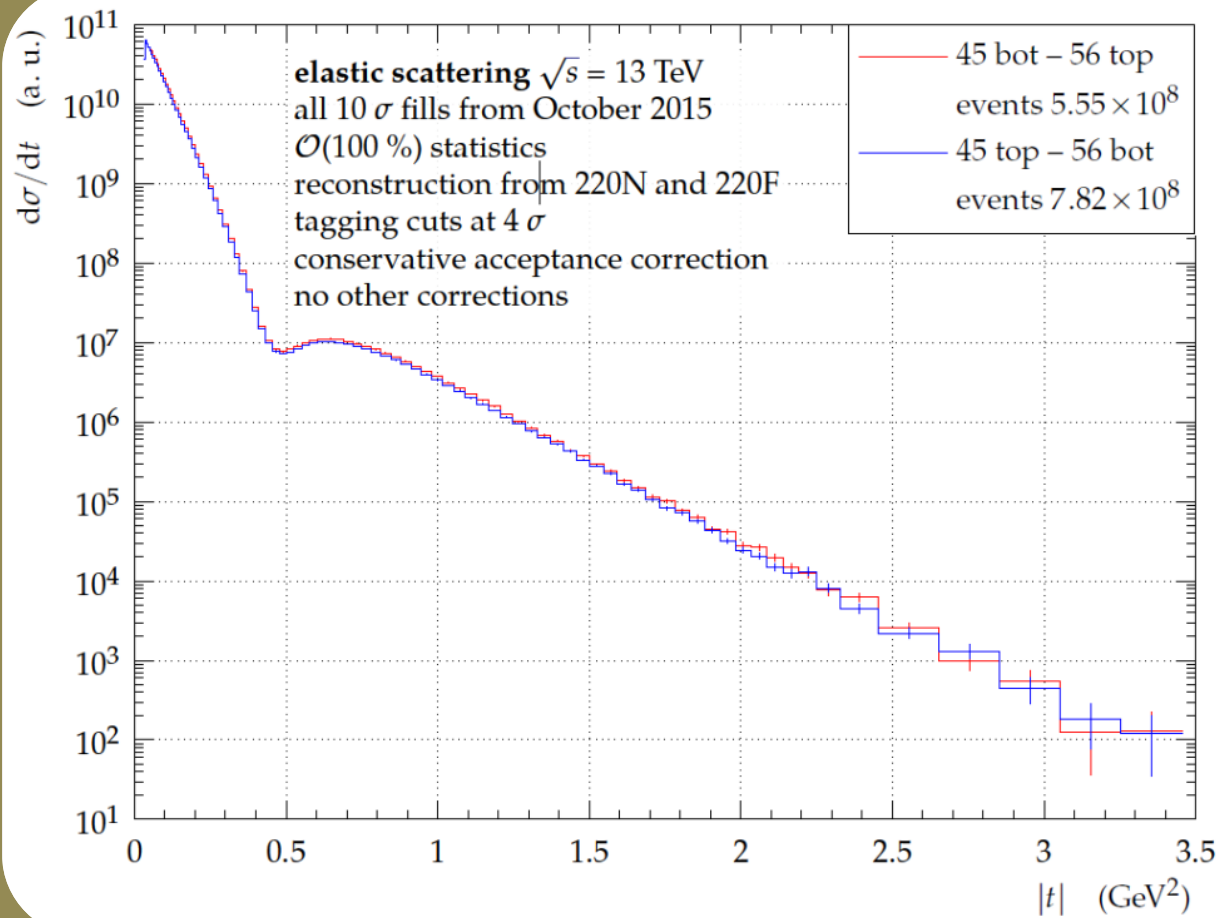


TOTEM @ 2.76 TeV
($\rho = 0.145$):

$$\sigma_{tot} = 84.7 \pm 3.3 \text{ mb}$$

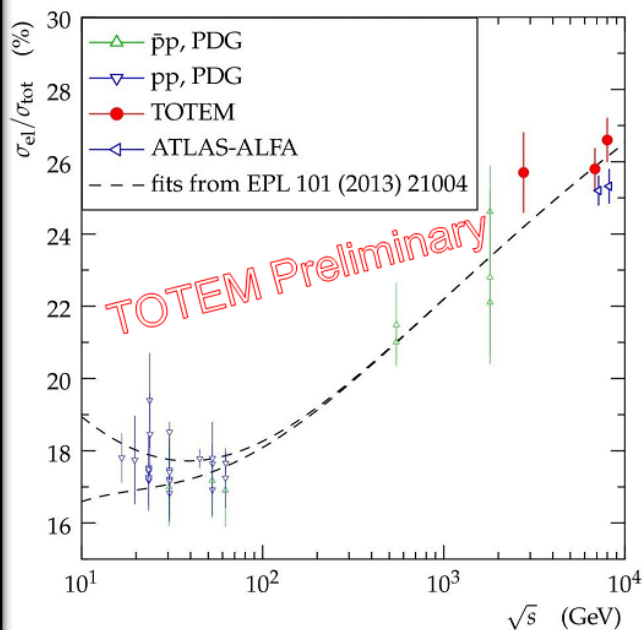
$$\sigma_{inel} = 62.8 \pm 2.9 \text{ mb}$$

$$\sigma_{el} = 21.8 \pm 1.4 \text{ mb}$$



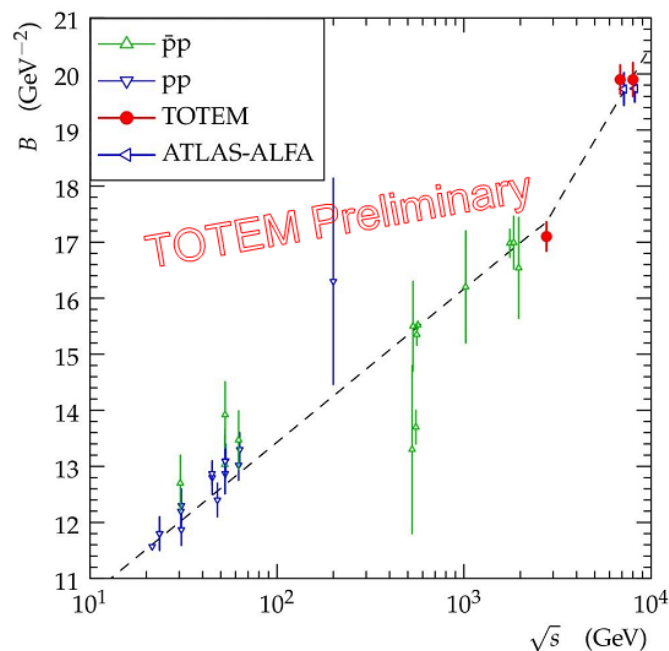
$$\langle b^2 \rangle \approx 2B(s)$$

$$\sigma_{\text{el}} / \sigma_{\text{tot}} = (25.7 \pm 1.1) \%$$



$$B = 17.10 \pm 0.26 \text{ GeV}^{-2}$$

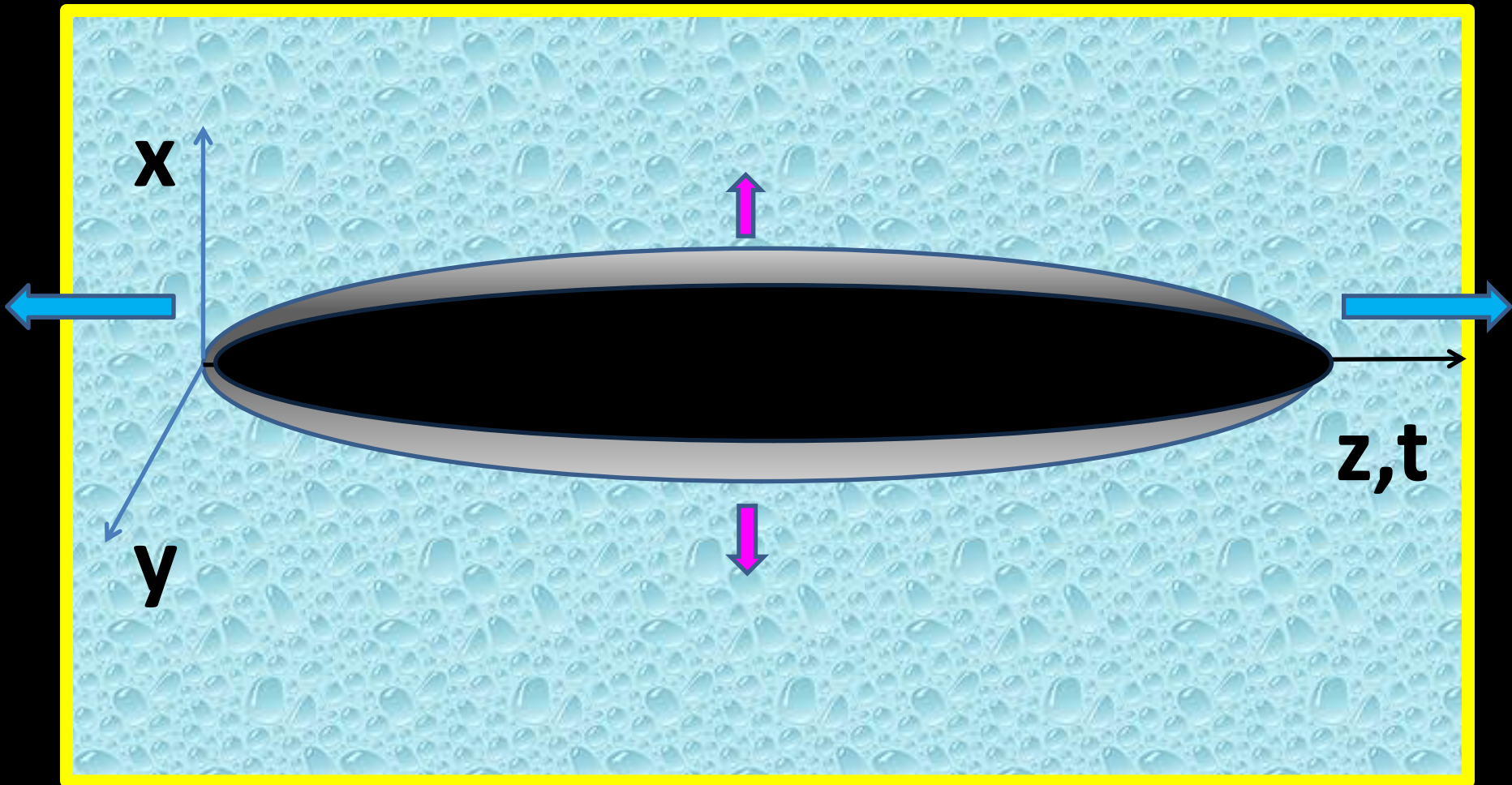
$$\text{assume } d\sigma_{\text{el}}/dt \propto e^{-B|t|}$$



$$\text{Comparison with 1.8 TeV: } B_{\text{CDF}} = 16.98 \pm 0.25 \text{ GeV}^{-2}$$

$$B_{\text{E710}} = 16.99 \pm 0.47 \text{ GeV}^{-2}$$

Область взаимодействия



ПРОБЛЕМЫ

- Оценка интерсепта(интерсептов) и наклона (наклонов) Померона(Померонов) в КХД
- Проблема Оддерона(Оддеронов)
- Построение физически мотивированной модели дифракционного рассеяния
- Извлечение фазы амплитуды рассеяния
- Возможность квантово-полевого квазиклассического описания процессов дифракционного рассеяния и множественного рождения
- Форма и размер области взаимодействия как функция энергии
- Что находится и что происходит внутри области взаимодействия?