Scaling – термин, придуманный зарубежными учёными и труднопереводимый на русский. Суть: разделение физики микромира на три ветви:

	Атомная физика	Ядерная физика	Физика элементарных частиц, она же физика высоких энергий
Сложная ли математика?	Норм	Чуть посложнее	Очень сложная
Какой формализм используется	Квантмех из 4-го семестра	Квантмех из 4-го семестра. Ну, чуть сложнее	Квантовая теория поля. Это очень сложно
Что описывает?	Окружающий нас мир. Кристаллы, полупроводники	Процессы, происходящих на низкоэнергичных ускорителях	Процессы, проходящие на высокоэнергичных ускорителях и коллайдерах
Какие частицы описывает?	Атомы – точнее, их электронную оболочку. Ядро здесь как точка	Нуклоны в составном ядре. Нуклоны считаются точками. На электроны уже все забили	Кварки и другие высокоэнергетичные нестабильные частицы. Ядер нет, рассматриваются «голые» частицы
Характерный масштаб по длине	10^{-10} м – характерный масштаб атома	10^{-14} м - характерный масштаб ядра	10^{-15} м - размеры кварков
Характерный масштаб по энергиям	10…1000 эВ (10 эВ для водорода, 1000 эВ для тяжёлых атомов)	10 кэВ (характерная энергия α-распада – деления ядра)	Массы элементарных частиц. Уже электрон – это 511 кэВ, пион – около 100 МэВ, протон и нейтрон – по 1000 МэВ. Это не предел
Учитываемые фундаментальные взаимодействия	Только электромагнитное	В основном сильное, на втором плане электромагнитное	Все, кроме гравитационного
Много ли проги?	Много и её не избежать. Задачи ведь решаются численно	Много и её не избежать. Задачи ведь решаются численно	Если вы обрабатываете экспериментально данные, то много. Можно избежать, если вы готовы вместо обработки экспериментальных данных придумать сложные теории
Перспективы по поиску нормально оплачиваемой профессии	Средние	Хуже. В ЦЕРНе нас забанили	Ещё хуже. Если только к Дубне не присоединиться. В ЦЕРНе нас забанили
Какие кафедры занимаются этим	Атомной физики №11, всё отделение твёрдого тела, частично квантстат №7, есть научники с других кафедр (например, есть научная группа с кафедры №8)	Общей ядерной физики №13, физики атомного ядра и квантовой теории столкновений №12, частично кафедры ОИЯИ: ФЭЧ №9 и ФЯВ №38	Все теоркафедры: теорфиз №1 ФЧК №43 частично квантстат №7 КТиФВЭ №8 частично кафедры ОИЯИ: ФЭЧ №9 и ФЯВ №38

Это полная версия (можете потом рассмотреть), нас интересуют лишь некоторые строчки:

	Атомная физика	Ядерная физика	Физика элементарных частиц, она же физика высоких энергий
Что описывает?	Окружающий нас мир. Кристаллы, полупроводники	Процессы, происходящих на низкоэнергичных ускорителях	Процессы, проходящие на высокоэнергичных ускорителях и коллайдерах
Какие частицы описывает?	Атомы – точнее, их электронную оболочку. Ядро здесь как точка	Нуклоны в составном ядре. Нуклоны считаются точками. На электроны уже все забили	Кварки и другие высокоэнергетичные нестабильные частицы. Ядер нет, рассматриваются «голые» частицы
Характерный масштаб по длине	10^{-10} м – характерный масштаб атома	10^{-14} м - характерный масштаб ядра	10^{-15} м - размеры кварков
Характерный масштаб по энергиям	10…1000 эВ (10 эВ для водорода, 1000 эВ для тяжёлых атомов)	10 кэВ (характерная энергия α-распада – деления ядра)	Массы элементарных частиц. Уже электрон – это 511 кэВ, пион – около 100 МэВ, протон и нейтрон – по 1000 МэВ. Это не предел
Учитываемые фундаментальные взаимодействия	Только электромагнитное	В основном сильное, на втором плане электромагнитное	Все, кроме гравитационного

Цитата с лекции Широкова Евгения Вадимовича. Цитата не прямая (три года прошло!), по сути:
«Вот вы приезжаете к коллегам на конференцию, и они вам говорят: у нас есть ускоритель на 200 МэВ – не хотите ли на нём поработать? И вам нужно за несколько минут, годится ли он для вашего эксперимента. Если энергия слишком мала или велика, он вам не пригодится – а время на ускорителе стоит денег, которые жаль профукать…»
Давайте посмотрим в нашу табличку. 200 МэВ – это прямо мощный ускоритель. Если вы работаете в атомной или ядерной физике – он вам НЕ нужен, вы профукаете деньги.
Напротив, ускоритель с 100 эВ нафиг не кому не нужен, кроме атомщиков (а им как раз норм).

Тут, правда, возникает вопрос: понятно, чем плох «слабый» ускоритель – но чем плох перебор? Ответ: маленькое сечение, т.е. частиц будет меньше, меньше будет реакций, меньше будет статистики, меньше будет счастья у вас в душе. Про это мы ещё поговорим.

Ещё история: сдаю я 3-й прак Анне Александровне Голубенко – он посвящён бета-распаду. Она спрашивает, за счёт чего происходит бета-распад (или что-то в таком виде), я упоминаю кварки.
Почему это дичайшая неправда? Почему кварки не могут иметь никакого отношения ни к альфа, ни к бета-распаду? Вернёмся к табличке.
Кварки – это очень маленькие частицы с огромными энергиями. Чтобы они появились (голые, от неголых кварков толку мало, это обычные нуклоны), нужно колоссальные энергии. Это вам в ЦЕРН, на тамошний ускоритель.
Без ЦЕРНа вероятность появления кварка крайней мала. Нет, если он появится, он «решит проблему» - будет и распад, и всё на свете. Но надеяться на него не стоит ☺ Распад – это из ядерной физики, и оперировать надо понятиями именно оттуда, а не «притягивать» из других областей. В этом и есть Scaling.

Вот вам ещё пример. У нас в стране есть Прямая линия, куда жалуются президенту. Если проблема доходит до президента и там озвучивается, то она тут же решается (а заодно кладётся новый асфальт в радиусе 10 км, строится парочка новых поликлиник и т.д. и т.п.). Но вероятность, что произойдёт маловероятное событие «узнает президент», крайне мала. Больше вероятность, что о проблеме узнает губернатор (тут уже не будет пары новых поликлиник, но асфальт у входа положат), ещё больше вероятность. что узнает мэр и т.д.
Т.е. чем «сильнее» частица, то тем меньше вероятность её появления!

Суть Scaling - не надо объяснять драку бомжей перестановкой где-то в верхах власти (любого государства), и обратно ☺

Вернёмся к ускорителям;
Нашему другу-атомщику ускоритель (даже не ускоритель, а попросту лазер) нужен для того, чтобы «гонять» электроны между электронными оболочками. Ему сверхэнергии не нужны – ему нужно, чтобы побольше электронов удалось «погонять».

Другу-ядерщику – изучать спектр ядер. Там энергии больше. Или для искусственного распада ядер.

Другу из области элементарных частиц изучает элементарные частицы. Ему нужны большие энергии.

Если наш друг-атомщик возьмёт ускоритель на 200 МэВ и посмотрит на свои атомы, то вместо того, чтобы увидеть, как 100000 электронов поменяли свои электронные оболочки как надо (что было бы в случае лазера), он увидит 99999 электронных оболочек в прежнем состоянии, а 1 атом разрушился к хренам собачьим ☺

И в обратную сторону это тоже работает – нельзя объяснять ядерные реакции (в т.ч. альфа-распады) формулировками в духе «электронная оболочка притянула

Кулоном альфа-частицу из ядра». Сильное взаимодействие на тех расстояниях гораздо сильнее кулоновского – и это также учитывает Scaling. Ну не может слабая электронная оболочка повлиять на ядро. Бомжи у подъезда могут очень сильно драться, но на кабинет министров они не повлияют ☺

Заключительный вопрос – почему чем объект меньше, тем он слабее по энергиям? Обычно же наоборот.
Ответ: это квантовая физика, детка. Вообще согласно квантовой теории поля, все частицы есть поля, и вероятность их появления в данной точке подчиняется Больцману exp(-E) (там есть свои нюансы, на которые мы сейчас забьём).
Можно объяснить иначе, с помощью соотношения неопределённостей: чем меньше объект, тем меньше дисперсия по координате, тем больше по импульсу, тем больше кинетическая энергия.

Отметим, что Scaling также объясняет отличие Дубны от ЦЕРНа. Дубна – это про «много частиц, но со средней энергией» - самое то для ядерной физики и синтеза сверхтяжёлых элементов, чем там и занимаются. ЦЕРН – это про физику элементарных частиц. Частиц там мало, ток слабый, но вот энергии гигантские – только при таких могут рождаться новые, неизвестные доселе нам частицы…