

Эти удивительные кольцевые вихри

Ранее было рассказано о нескольких удивительных явлениях с линейными вихрями в гидродинамической среде, аналогичных явлениям микромира. Здесь мы узнаем об удивительных свойствах других вихревых образований. Это – тонкие простые вихревые кольца, тонкие винтовые вихревые кольца и сферические вихри Хилла. Будет показано, каким образом с помощью вихрей Хилла можно моделировать ядра атомов.

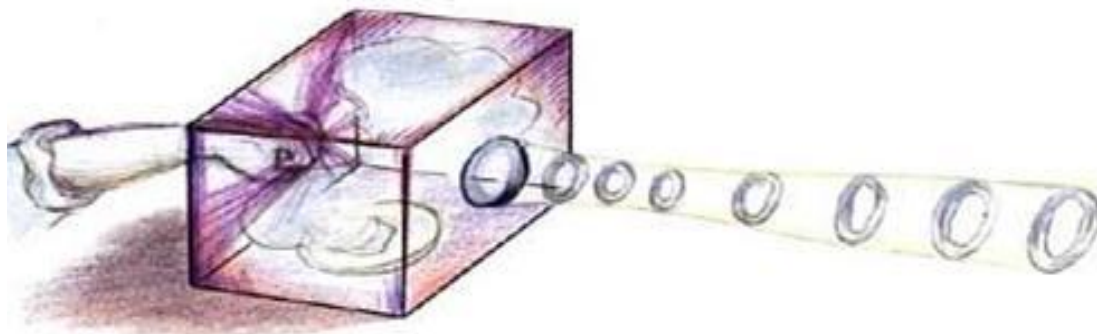


Рис.1. Аппарат Тэйта для генерации вихревых колец

Друг детства Джеймса Максвелла Питер Гатри Тэйт перевёл с немецкого языка на английский вихревую теорию Гельмгольца и изобрёл механический аппарат для генерации видимых вихревых колец. В 1867 году Тэйт продемонстрировал свойства вихревых колец лорду Кельвину. Он был впечатлён: “Два кольца дыма несколько раз отскакивали косвенно друг от друга, сильно потрясаемые действием толчка. Результат был весьма подобен взаимодействию двух больших резиновых колец, ударяющихся друг о друга в воздухе...”. Удивительное явление! Вскоре после этого события Кельвин предложил первую вихревую модель атома. А Джозеф Джон Томсон в 1924 году предложил модель фотона в виде вихревого кольца, движущегося со скоростью света перпендикулярно плоскости кольца.



Рис.2. Вихревой огнемёт (слева) и вихревая пушка (справа)

В настоящее время начинает возрождаться интерес к вихревым кольцам. Экспериментаторы из разных стран строят самые разнообразные

устройства для производства вихревых колец от миниатюрных игрушечных до огромных размеров, объёмом в несколько кубических метров. В одном видео вихревое кольцо диаметром 3 метра с расстояния 100 метров уронило стенку из пустых коробок. В другом видео вихревое кольцо из вихревой пушки диаметром 1 метр с расстояния около 20 метров уронило стенку из кирпичей, сложенную без скрепляющего раствора. Удивительная разрушающая сила почти ничего не весящего сгустка газа!

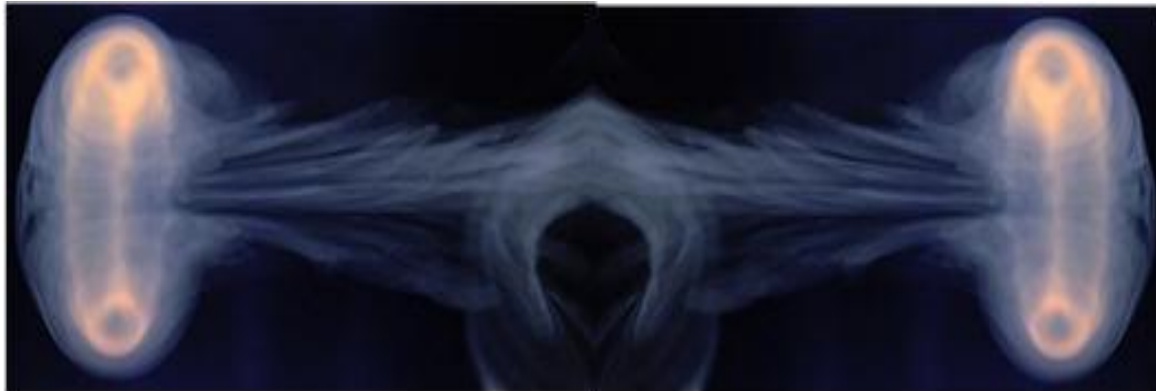


Рис.3. Имитация процесса рождения двух вихревых колец

Экспериментатор Никитин А.Н. внес небольшие изменения в классическую конструкцию аппарата Тэйта и сделал его прозрачным. Благодаря этому он впервые зафиксировал образование вихревого кольца внутри аппарата Тэйта. При ударе по мембране внутри аппарата создаётся повышенное давление, благодаря чему струя среды, выходящая из отверстия, формирует снаружи вихревое кольцо. При возврате мембраны в исходное положение внутри аппарата создаётся пониженное давление, благодаря чему через отверстие струя среды поступает уже внутрь аппарата, формируя и там вихревое кольцо. Если аппарат Тэйта прозрачен, то можно увидеть, как два вихревых кольца двигаются в разные стороны. Удивительное явление! Невольно возникает ассоциация с рождением пары электрон-позитрон.

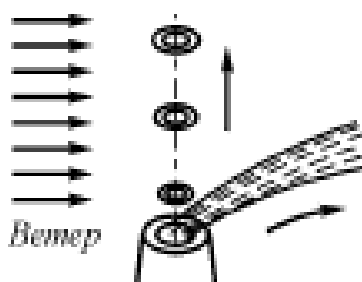


Рис. 4. Влияние ветра на дым из трубы

Удивительный эффект можно заметить, наблюдая за поведением выходящего из трубы дыма. Обычный дым вместе с тёплым воздухом легко сдувается ветром, а сформировавшиеся дымные вихревые кольца двигаются перпендикулярно вверх. О таком экспериментальном факте рассказал в своей монографии д.т.н. Владимир Акимович Ацюковский («Общая эфиродинамика», 2003 год, стр. 444). Если за систему отчета взять не трубу, а поток воздуха, то ветер будет неподвижен, а кольца на

рисунке начнут двигаться не только вверх, но и противоположно ветру. Тогда логично будет сформулировать поражающий воображение принцип: воздух почти не оказывает сопротивления движущемуся кольцу дыма и мало влияет на его скорость. Удивительное явление! Если смоделировать ядра атомов из кольцевых вихрей, то атомы вещества с такими теоретическими ядрами не будут чувствовать сопротивления своему движению от гипотетической гидродинамической среды микромира.

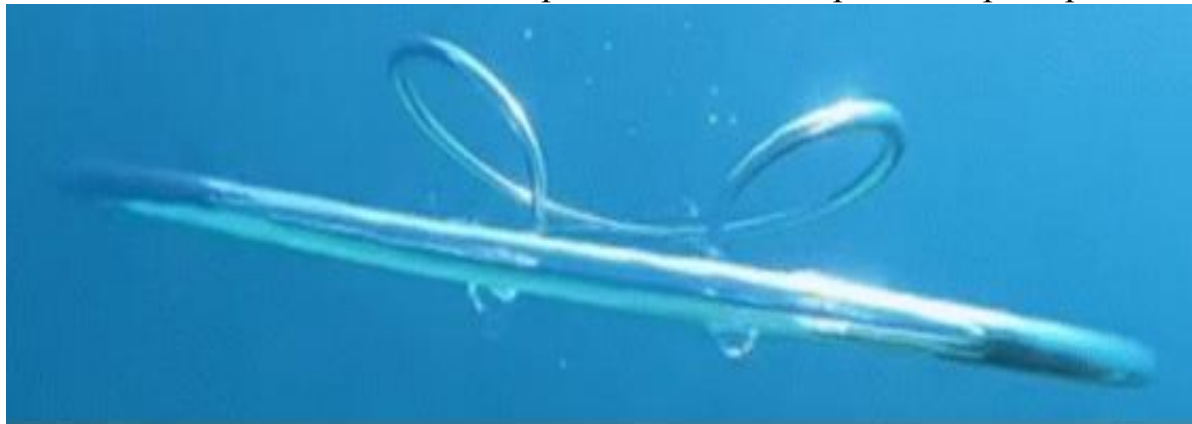


Рис.5. Слияние тонких водяных колец из реального видео

Существование вихревых колец возможно не только в газовой среде, но и в жидкости. Широко известны опыты с каплями чернил, падающими в воду. Большой интерес вызывает видео с дельфинами, создающими тонкие вихревые водяные кольца и играющими с ними. Многие свойства вихревых колец широко известны. Это деление и слияние колец, самостоятельное движение вдоль оси симметрии без действия внешних сил, расширение друг друга при встречном сближении. Если одно кольцо догоняет другое, то начинается очень удивительное явление, называемое игрой (чехардой) колец. По законам взаимодействия линейных вихрей, переднее кольцо толкает заднее кольцо в плоскости симметрии со всех сторон снаружи в соответствии с направлением собственного вращения. В результате заднее кольцо уменьшается в размерах и ускоряет своё движение. Аналогично заднее кольцо толкает переднее изнутри плоскости симметрии. В результате переднее кольцо увеличивается в размерах и замедляет скорость своего движения. Заднее кольцо проходит через отверстие переднего и всё начинается сначала!



Рис.6. Три эпизода игры водяных колец из реального видео

У винтовых вихревых колец дополнительно к тороидальному вращению прибавляется кольцевое вращение. Самым интересным свойством таких колец, с точки зрения автора, является способность слипаться торцами в столбик. Доказательством этому служит поведение течения окрашенной вязкой жидкости между двумя коаксиальными цилиндрами, из которых внутренний цилиндр вращается, а внешний прозрачный цилиндр покоится. Устойчивость такого течения впервые была подробно исследована Тэйлором в рамках линейной теории. Это исследование показало, что, начиная с определенного числа Рейнольдса, линейный вихрь между цилиндрами расслаивается на калиброванные винтовые вихревые кольца с чередующимся направлением тороидального вращения. Такие вихри стали называть вихрями Тейлора. Они тесно прижимаются друг к другу по причине существования между ними общего ламинарного потока, создающего пониженное давление.



Рис. 7. Столбик из множества вихрей Тейлора

Удивительное явление – теоретически от такого столбика можно отделить любое количество колец! Однако тут возникает естественный вопрос – будет ли стабильным комплекс из трёх или двух слипшихся винтовых колец? Ведь в экспериментахдвигающиеся навстречу друг другу и сближающиеся кольца начинают расширять друг у друга «дырку бублика».

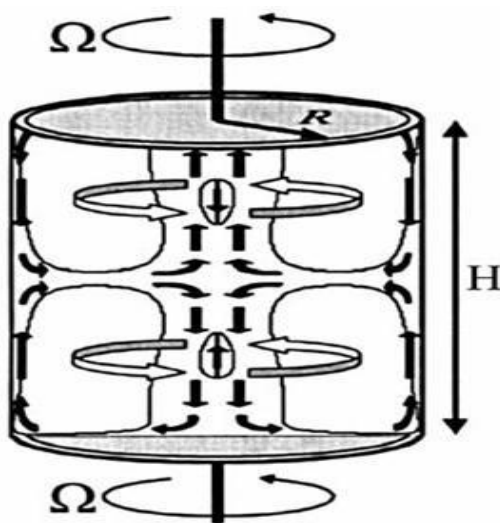


Рис. 8. Столбик из двух вихрей Тейлора

В диссертации к.ф.-м.н. Степановой Евгении Вячеславовны описан эксперимент в цилиндрическом сосуде, где течение создавалось не внутренним цилиндром, а вращением как верхней, так и нижней крышек. Здесь удалось получить пакет всего из двух вихрей Тэйлора. Оказывается, количество вихрей в пакете зависит от параметров системы: отношения и абсолютной величины угловых скоростей вращения торцов цилиндра, отношения радиуса камеры к ее высоте.

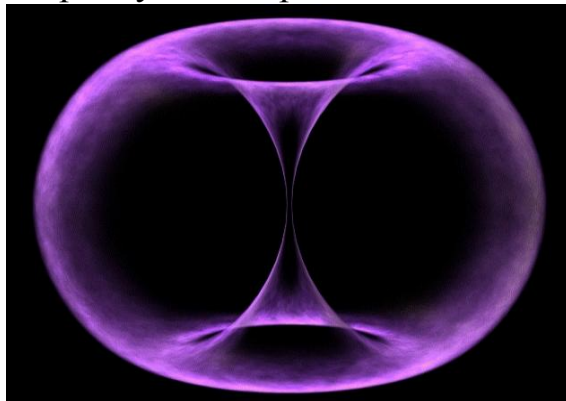


Рис. 9. Сферический вихрь Хилла

Все сомнения окончательно рассеются, если для образования слипшихся комбинаций вместо калиброванных тонких винтовых вихревых колец использовать калиброванные винтовые сферические вихри Хилла. Это такие винтовые вихревые кольца, у которых диаметр внутренней “дырки бублика” стремится к нулю. Такое состояние возможно при равенстве скоростей кольцевого и тороидального вращения. В этом случае закон сохранения момента кольцевого вращения становится абсолютным гарантом от попыток расширения отверстия другими вихрями. Если вихри Хилла обладают кольцевым вращением, то к ним применимы все особенности взаимодействия линейных вихрей. То есть, они должны быть способны слипаться экваторами и образовывать двумерные устойчивые статические и динамические конфигурации с тесным соприкосновением. Раз так, то попробуем, сможем ли мы смоделировать простейшие атомные ядра с помощью вихрей Хилла.

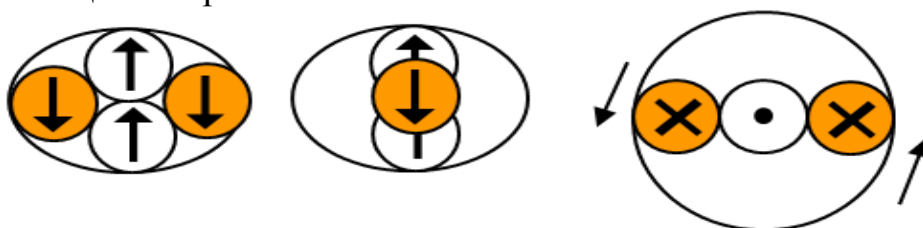


Рис. 10. Модель альфа-частицы, вид спереди, сбоку и сверху

Пусть моделью протона будет сферический вихрь Хилла. Пусть моделью нейтрона будет сферический вихрь Хилла, окружённый электронной оболочкой, которая экранирует кулоновские силы, но полностью пропускает ядерные силы. Модель альфа-частицы изображена выше в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Каждый бесцветный вихрь нейтронной оси толкает соседний цветной протонный вихрь в

направлении, перпендикулярном к линии, их соединяющей в соответствии с направлением собственного вращения. Все нуклоны вращаются еще вокруг собственной оси. Вектор момента вращения показан стрелочкой (сверху точка – острйе, а крестик – оперение стрелки).

Необходимо заметить, что чем больше однополярных вихрей вокруг центрального вихря, тем дальше они от центра, тем больше расстояние между крайними вихрями, и центральным вихрем, тем больше окружающей среды они увлекают во вращение, тем больше их масса. С другой стороны, чем к большему количеству вихрей притягивается один вихрь, тем больше сила его сжатия, тем меньше его диаметр, тем меньше его масса (лишняя масса сбрасывается в окружающую гидродинамическую среду микромира). Удивительное явление! Такая модель легко объясняет экспериментальный факт дефекта масс атомных ядер. Логично следует, что чем больше дефект масс, тем больше энергия связи. Модель объясняет и максимум энергии связи альфа-частицы. С одной стороны, в модели альфа-частицы абсолютный минимум сил отталкивания, потому что нейтронная ось полностью экранирует и кулоновское и ядерное отталкивание протонов. С другой стороны, в модели альфа-частицы максимум сил притяжения. Каждый протон одновременно притягивается к двум нейтронам, поэтому испытывает двойное сжатие и осуществляет двойной сброс лишней массы. Каждый нейтрон одновременно притягивается к трём нуклонам, поэтому испытывает тройное сжатие и осуществляет тройной сброс лишней массы. Кроме того, расстояние между протонами и нейтронной осью минимально возможное – протоны вращаются в ложбине между нейтронами. Так как сила притяжения увеличивается при уменьшении расстояния, то при таком взаимном расположении нуклонов сила притяжения максимально возможная. Следовательно, опять осуществляется сброс лишней массы.

Модель альфа-частицы позволяет сделать несколько смелых выводов.

Вывод 1. По экспериментальным данным, в большинстве случаев ядра атомов имеют форму эллипсоида вращения. Это возможно, если осью ядра является столбик нейтронов, соединённых друг с другом полюсами, как в модели альфа-частицы (Это аналог столбика из вихрей Тейлора).

Вывод 2. Кроме ядра водорода, не существует ядер из одних протонов ($\text{He}_2, \text{Li}_3, \text{Be}_4 \dots$) по причине существования кулоновского отталкивания. Следовательно, протоны в ядре не могут соприкасаться друг с другом.

Вывод 3. По экспериментальным данным, нейтрон вне ядра в среднем через две минуты распадается на протон и электрон. Логично предположить, что распад нейтрона провоцируется внешними воздействиями при столкновении с другими атомами, в результате чего электрон вышибается из нейтрона. Следовательно, нейтрон должен находиться внутри ядра, где он защищён от внешних воздействий.

Вывод 4. По экспериментальным данным, в стабильных ядрах с увеличением количества нуклонов уменьшается доля протонов, которая стремится стать пропорциональной площади поверхности ядра.

Следовательно, протоны должны находиться на поверхности ядра, защищая внутренние нейтроны от внешних воздействий.

Вывод 5. По экспериментальным данным, ядро $\text{Li}4$ существует краткое мгновение. Всегда, сразу после образования, из него вылетает протон, остаётся стабильное ядро $\text{He}3$. Следовательно, невозможна ни трехмерная, ни плоская конфигурация более двух протонов вокруг одного нейтрона.

Вывод 6. По экспериментальным данным, нейтрон и протон примерно одинакового размера. Следовательно, в нейтроне маленький электрон вращается вокруг большого протона у самой поверхности.

Вывод 7. Протон, притянутый к середине пары соединённых полюсами нейтронов, будет одновременно защищать от внешних воздействий электроны обоих нейтронов, если они вращаются вдоль экватора.

Вывод 8. Так как альфа-частица обладает максимальной энергией связи, то такая конфигурация должна быть составной частью и в других ядрах.

Вывод 9. Две альфа-частицы можно соединить друг с другом только полюсами нейтронных осей. Но, по экспериментальным данным, ядро $\text{Be}8$ распадается мгновенно сразу после образования. Следовательно, для слипания двух альфа-частиц нужны экранирующие нуклоны.

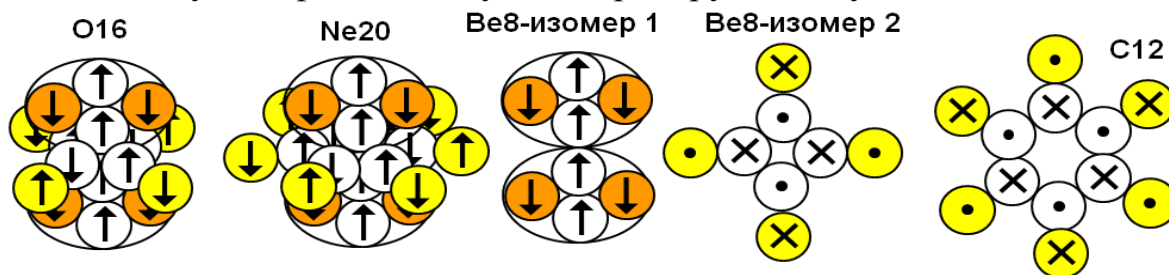


Рис. 11. Модели ядер $\text{O}16$, $\text{Ne}20$ и их составные части

Логично предположить, что в ядре $\text{O}16$, обладающим вторым пиком энергии связи, тоже находятся две альфа-частицы, протоны которых экранированы друг от друга нейтронами. Единственным возможным вариантом экрана является кольцо из четырёх нейтронов. Тогда оставшиеся протоны ядра $\text{O}16$ прилипнут к этим нейтронам, защищая их от внешних воздействий. Получится звезда с четырьмя лучами. Её можно назвать плоским изомером ядра $\text{Be}8$. Если её заменить звездой с шестью лучами, которую можно назвать плоским изомером ядра $\text{C}12$, то получим модель ядра $\text{Ne}20$. Удивительное явление! Модель ядра $\text{Ne}20$ полностью повторяет общепринятую конфигурацию атома $\text{Ne}20$. Двум полностью заполненным атомным электронным оболочкам из 2 электронов соответствуют две полностью заполненные оболочки из 2 протонов и 2 нейтронов. Одной полностью заполненной атомной электронной оболочке из 6 электронов соответствует полностью заполненная ядерная оболочка из 6 протонов и 6 нейтронов (плоский изомер ядра $\text{C}12$ в виде звезды с 6 лучами). Если теперь в качестве строительного блока ещё использовать и кольцо из 6 нейтрон-протонных пар, то можно смоделировать большую часть легких чётно-чётных ядер. Соединённые нейтронной осью альфа-частицы изолируются друг от друга либо кольцом из 4 нейтронов, либо

кольцом из 6 нейтронов. В свою очередь, протоны альфа-частиц при орбитальном вращении создают вихрь окружающей среды, который блокирует кулоновское отталкивание протонов плоских нуклонных оболочек.

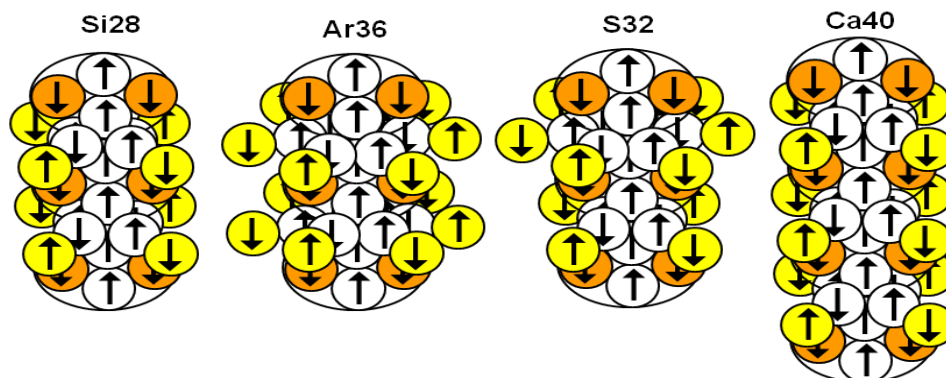


Рис. 12. Модели ядер Si28, Ar36, S32, Ca40

Попробуем по образцу и подобию построить ещё несколько моделей. Для изолирования трёх альфа-частиц понадобится уже два плоских слоя. И снова удивительное явление - модель ядра Ar36 полностью повторяет конфигурацию атома Ar36! Трёх заполненным электронным оболочкам из 2 электронов соответствуют три заполненные оболочки из 2 протонов и 2 нейтронов. Двум заполненным электронным оболочкам из 6 электронов соответствуют две заполненные ядерные оболочки из 6 протонов и 6 нейтронов. Может быть, нобелевский лауреат Мария Гепперт-Майер немного ошибалась? Может быть, конфигурация ядра атома полностью повторяет конфигурацию атома, а магические числа всего лишь соответствуют максимальной энергии связи в ядре?

Механистическая модель строения ядер атомов позволяет вернуть спине первоначальный механический смысл. Спин ядра представляет собой сумму спинов составляющих ядро нуклонов с учетом знака спина. Спин нуклона – механический момент вращения. Его величина зависит от скорости вращения нуклона вокруг собственной оси и от расстояния до оси измерения, чаще всего являющейся и осью симметрии ядра. Так как собственное вращение нуклона постоянно, то изменяться может только расстояние до оси измерения. При плотной упаковке расстояние до оси измерения принимает только дискретные величины, кратные радиусу нуклона. Соответственно, спин нуклона тоже может иметь только дискретные значения, так как, согласно данной модели, все вектора моментов вращения параллельны оси измерения.

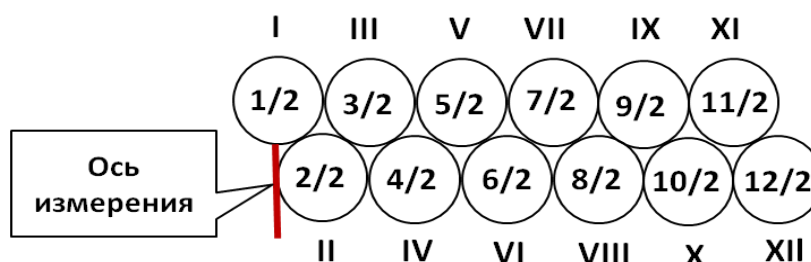


Рис.13. Полный спин нуклона в зависимости от расстояния до оси

На рисунке выше показан принцип определения полного спина статического нуклона. Нуклоны, находящиеся в центре ядра на оси симметрии (положение I) орбитального момента вращения не имеют, поэтому их суммарный момент вращения равен внутреннему спину ($S_n=1/2$). Суммарный момент вращения равен сумме внутреннего спина и статического орбитального момента вращения и вычисляется по формуле $M_n=S_n+k*S_n$, где k - расстояние в нуклонных радиусах от оси измерения до центра нуклона, $k*S_n$ – статический орбитальный момент. Единственным исключением является расчёт полного спина для динамических протонов альфа-частицы. Статический орбитальный момент у таких протонов полностью компенсируется динамическим орбитальным моментом, создаваемым при вращении протона вокруг нейтронной оси. Поэтому их полный момент вращения равен внутреннему спину.

На пути моделирования атомных ядер мы достигли больших успехов. Оказалось, что не нужно придумывать никаких новых законов микромира. Ядра атомов легко моделируются из вихрей Хилла в гидродинамической среде на основе только физических законов, реально существующих в макром мире. Для моделирования нужны только правила взаимодействия вихрей и база экспериментальных данных по атомным ядрам. Несколько независимых исследователей достигли такого уровня ядерного моделирования. И всё же, как оказалось, полноценную модель атомных ядер из вихрей Хилла построить нельзя. Потому что реальные протоны, по экспериментальным данным, могут двигаться только либо под действием электрического поля, либо по инерции. А кольцевые вихри обладают способностью к самостоятельному движению. По причине стремления к движению в противоположные стороны такая способность потеряется при слипании чётного количества кольцевых вихрей. Поэтому, более подробные исследования должны рассмотреть на предмет соответствия экспериментальным данным гидродинамическую модель атомных ядер, составленную из спаренных вихрей Хилла.