

Пляк-Брагинский А.В.

Верещагин В.А

tx-mm@mail.ru

Механика движения и распространения

**О параметрах траекторий распространения
электромагнитного излучения и траекторий
движения вещественных объектов в
центрально симметричном поле гравитации.**

Зеленоград
2025 год

Оглавление

Цель работы.....	3
Введение.....	3
Вывод формулы для скорости света вблизи масс.....	7
Определение угла отклонения луча света через коэффициент преломления в среде.....	9
Фотонная сфера.....	11
Зависимость угла огибания вещественного объекта лучом света от расстояния до центра этого объекта.....	13
Траектория луча света.....	15
Сдвиг перигелия орбиты как результат её вращения.....	17
Орбиты вещественных объектов в критических условиях.....	19
Об изменении метрики.....	21
Падение.....	24
Заключение.....	26
Приложения.....	27
Таблица параметров орбит.....	27
Таблица результатов вычислений (смещение перигелиев за сто лет).....	27
Система единиц физических величин VL.....	28
Согласованные между собой до E-11 значения некоторых постоянных величин.....	28
Текст программы построения графика угла огибания массы лучом света (для Octave)..	30
Текст программы построения траектории луча света (для Octave).....	31
Программа для визуализации вращения орбит.....	32
Графики.....	34

Цель работы

Заинтересовать аудиторию новым подходом к решению старых задач. Новый подход заключается в ведении в физику нового понятия *релиденс*. На основе нового понятия можно не привлекая аппарат теории относительности решить сложные вопросы связанные с вычислениями траектории распространения электромагнитных излучений и тонких эффектов орбитального движения. По сути на этом понятии строится другая физика.

Введение

Вводное замечание. Вещественные объекты описываются функциями движения, а волновые объекты функциями распространения. То есть движение связано с переносом вещества, а распространение связано с перемещением состояния возбуждения среды. Эта среда не Эфир. Она заполнена всеми видами не вещественной материи, которую в не возбуждённом состоянии мы не можем обнаружить. Именно возбуждённые состояния определяются как гравитационное или электрическое поле в современной физике.

При таком рассмотрении геометрическая оптика связанная со средой Вселенной это раздел механики.

Для упрощения математических выражений в работе применена собственная система единиц физических величин. Особенностью этой системы является наличие всего двух основных единиц *Скорость* и *Длина*, а также отсутствие гравитационной постоянной.

Выбор единиц определился возможностью на их основе составлять выражения для всех видов энергии и работы.

Сведения о применяемой системе единиц физических величин приведены в таблице *Система единиц физических величин VL*. и в таблице *Согласованные между собой до E-11 значения некоторых постоянных величин*.

В практике наблюдений всегда есть некоторые максимально возможные величины. Рассматривая компактный вещественный объект, мы можем измерять расстояние до него в долях от того расстояния с которого проводим наблюдение. Принимая в качестве характеристики материального объекта его гравитационный радиус, мы должны принять, что гравитационный радиус никогда не превышает радиус наблюдения. Далее мы будем называть гравитационный радиус объекта его линейной массой.

Рассматривая движение и распространение, мы должны понимать, что их скорость ограничена максимально возможной скоростью. Рассматривая орбитальное вращение, мы понимаем, что есть предел орбитальной угловой скорости.

Релиденс

Введём новое для физики понятие — *релиденс*.

Для образования релиденсов использованы основные единицы измерения и угловая скорость.

Релиденс это безразмерная величина определяемая как отношение величины физического параметра к максимально возможной величине этого параметра, или отношения минимально возможной его величины к текущему её значению.

$$(Формула 1) \quad \mathfrak{R} = \frac{N}{N_{max}}$$

Продуктивным для описания движения и распространения оказалось применение четырёх видов релиденса.

Механический релиденс — это отношение линейной массы объекта к расстоянию до него

$$\mathfrak{R}_\mu = \frac{Z}{R}$$

Линейная масса объекта не может превысить значение радиуса наблюдения. Этот релиденс характеризует параметры орбитального движения вокруг компактного объекта.

Надо сказать, что механическим релиденсом может обладать любой вещественный объект, а не только орбитальный. Это релиденс $\mathfrak{R}_\mu = \frac{z}{r}$ называется собственным механическим релиденсом вещественного объекта определяемого его линейной массой и собственным метрическим радиусом. Собственный релиденс важен при описании взаимодействий вещественных объектов. В этой работе рассматриваются только траектории формируемые одним центральным объектом.

Кинетический релиденс определяется отношением квадрата скорости объекта к квадрату

$$\text{максимально возможной скорости } \mathfrak{R}_v = \frac{V^2}{C^2}.$$

Примечательно, что на круговой орбите для малого орбитального объекта механический релиденс связанный с центральным объектом равен его кинетическому релиденсу. Можно также говорить о релиденсе точки на орбитальной траектории.

Квадрат линейной скорости не может превысить значение квадрата скорости света.

Спинорный релиденс определяется отношением квадрата угловой скорости на орбите к максимально возможному значению квадрата угловой скорости на орбите .

$$\mathfrak{R}_S = \frac{\omega^2}{\frac{C^2}{4\pi^2 R^2}}.$$

Для механических систем значение спинорного релиденса обычно существенно меньше значений других релиденсов.

Орбитальная угловая скорость не может превысить такой величины когда скорость по касательной к траектории приближается к скорости света.

Релиденс распространения определяется отношением квадрата местной скорости света к квадрату скорости света в свободном пространстве. Скорость света C в среде проявляющей оптические свойства с коэффициентом преломления большим единицы всегда меньше C_0 .

$$\mathcal{R}_l = \frac{C^2}{C_0^2}$$

Z — линейная масса объекта, C — скорость света, R — радиус-вектор, V — скорость объекта, ω — угловая скорость на орбите.

Механический релиденс может быть определён для компактного объекта внутри сферы с произвольным радиусом.

Движущийся объект, а точнее участок его траектории, всегда характеризуется набором релиденсов - \mathcal{R}_v , \mathcal{R}_S , \mathcal{R}_μ и \mathcal{R}_l .

Условные лаборатории ограниченного объёма с наблюдателями внутри рассматриваем в качестве систем отсчёта.

Релиденсы могут наблюдаться внутри и снаружи первой (неподвижной) лаборатории её наблюдателем, а также внутри второй (подвижной) лаборатории наблюдателем первой.

Считаем первую лабораторию условно неподвижной. Вторая лаборатория может находиться в движении или в условиях тяготения.

Величины внутри лаборатории с точки зрения её наблюдателя дополнительных индексов не имеют. Величины определённые во второй лаборатории с точки зрения наблюдателя первой обозначим индексом «12». Величины в третьей лаборатории с точки зрения наблюдателя из второй лаборатории обозначим индексом «23». Величины внутри первой лаборатории с точки зрения второго наблюдателя обозначим индексом «21».

Для условий внутри движущейся лаборатории с точки зрения внешнего неподвижного наблюдателя три вида релиденса связаны между собой так, что их сумма никогда не превышает значения волнового релиденса.

$$\mathcal{R}_{v12} + \mathcal{R}_S + \mathcal{R}_\mu \leq \mathcal{R}_{l12}$$

В таблице ниже это ячейка (3, 3).

Для условий внутри лаборатории с точки зрения внутреннего наблюдателя три вида релиденса связаны между собой так, что их сумма никогда не превышает значения единицы.

Необходимо учитывать, что спинорный релиденс \mathcal{R}_S абсолютен для не вращающихся лабораторий, как и механический релиденс.

Для условий внутри лаборатории с точки зрения внутреннего наблюдателя волновой релиденс равен единице.

$$\mathcal{R}_l = 1$$

В таблице ниже это ячейка (4, 2).

(Формула 2)
$$\mathcal{R}_v + \mathcal{R}_S + \mathcal{R}_\mu \leq 1$$

В таблице ниже это ячейка (3, 2).

Квант излучения не имеет компактной вещественной материи и это не позволяет ему совершать орбитальное движение. Квант характеризуется волновым релиденсом.

Вдали от объектов с большой плотностью для условий внутри линейно движущейся лаборатории с точки зрения внешнего неподвижного наблюдателя сумма кинетического и волнового релиденса равна единице.

$$\mathcal{R}_{v12} + \mathcal{R}_{l12} = 1$$

Прямолинейное движение это частный случай орбитального, поэтому для лаборатории движущейся по орбитальной траектории вблизи плотного объекта, который внешним наблюдателем считается неподвижным, а потому может быть связан с лабораторией внешнего неподвижного наблюдателя

(Формула 3)
$$\mathcal{R}_\mu + \mathcal{R}_{l12} + \mathcal{R}_{v12} = 1$$

В таблице ниже это ячейка (4, 3).

Вторая лаборатория может находиться не только в движении, но и под действием гравитации, а её движение в общем случае может не совпадать с траекторией орбиты. В таком случае

(Формула 4)
$$\mathcal{R}_{l12} = \frac{(1 - \mathcal{R}_\mu)^2}{1 - \mathcal{R}_\mu * \cos^2(\alpha)}$$

Соотношения для релиденсов усложнятся, если рассматривать движущуюся орбитальную систему, например систему Земля - Луна относительно Солнца. Но в данной работе мы не рассматриваем такие системы. Сведём сведения о релиденсах в таблицу:

	1	2	3
	Релиденсы независимые от выбора лаборатории	Релиденсы в условно покоящейся лаборатории	Релиденсы в движущейся и/или находящейся в поле гравитации лаборатории
1	\mathcal{R}_μ	\mathcal{R}_v	\mathcal{R}_{v12}
2	\mathcal{R}_S в механических системах	\mathcal{R}_l	\mathcal{R}_{l12}
3	Уравнения движения	$\mathcal{R}_v + \mathcal{R}_S + \mathcal{R}_\mu \leq 1$	$\mathcal{R}_{v12} + \mathcal{R}_S + \mathcal{R}_\mu \leq \mathcal{R}_{l12}$
4	Уравнения распространения	$\mathcal{R}_l = 1$	$\mathcal{R}_\mu + \mathcal{R}_{l12} + \mathcal{R}_{v12} = 1$ $\mathcal{R}_{l12} = \frac{(1 - \mathcal{R}_\mu)^2}{1 - \mathcal{R}_\mu * \cos^2(\alpha)}$

Механический релиденс можно рассматривать в векторном варианте, как градиент механической материи.

$$\vec{Gr}_\mu = \mathfrak{R}_\mu \frac{\vec{R}}{R} = \mathfrak{R}_\mu \vec{\mathbf{R}}$$

Вектор градиента направлен в сторону радиус-вектора направленного к центру Z.

Вообще говоря, в нашей физике применяются также инверсный релиденс \mathfrak{R}_i и электрический релиденс \mathfrak{R}_e . Но о них в этой работе речи не пойдёт.

Далее выведем выражение по формуле (Формула 4) .

Вывод формулы для скорости света вблизи масс

Кинетический и механический релиденс на круговой орбитальной траектории равны. Это следует из обычных уравнений орбитального движения. Но в окрестностях плотного объекта движение может иметь составляющую направленную вдоль радиус-вектора к центральному объекту. При этом по направлению радиус-вектора направленному к центральному объекту присутствует градиент релиденса.

Если луч света направлен по радиус-вектору к центру вещественного объекта, он испытывает замедление как от кинетического релиденса, так и от механического (Формула 3). При направлении луча по касательной к орбите он испытывает замедление только от механического релиденса, поскольку движение по радиус-вектору отсутствует.

Градиент кинетического релиденса на касательной траектории луча к орбите (в точке касания) отсутствует.

Сам кинетический релиденс определяется через интеграл его вертикального градиента по радиусу:

$$(Формула 5) \quad \mathfrak{R}_v = \int_R^\infty \frac{V_{||}^2}{RC^2} * dR = -\frac{V_{||}^2}{C^2}$$

Вертикальная составляющая релиденса стремится к нулю при возрастании угла от нуля до 90 градусов, соответственно и релиденс вдоль радиус-вектора стремится к нулю.

$$(Формула 6) \quad V_{||} = V * \cos \alpha$$

$$(Формула 7) \quad \frac{V_{||}^2}{C_0^2} = \frac{V^2}{C_0^2} * \cos^2 \alpha$$

Введём коэффициент K_α .

$$(Формула 8) \quad K_\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2} * \cos^2 \alpha}}$$

Этот коэффициент уменьшает действие коэффициента замедления определяемого кинетическим релиденсом, влияние которого определяется коэффициентом K_v .

$$(Формула 9) \quad K_v = \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$$

В результате получаем общий коэффициент влияния кинетического релиденса в зависимости от угла траектории луча к радиус-вектору.

$$(Формула 10) \quad K_{v\alpha} = \frac{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2} * \cos^2 \alpha}}$$

Остаётся добавить коэффициент определяемый механическим релиденсом для получения общего коэффициента замедления света.

$$(Формула 11) \quad K = \sqrt{1 - \frac{Z}{R}} * \frac{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2} * \cos^2 \alpha}}$$

Из механики орбитального движения мы знаем, что для тангенциальной составляющей орбитальной скорости действует соотношение:

$$\frac{V^2}{C^2} = \frac{Z}{R}$$

Здесь V это касательная к орбите скорость, которая равна численно скорости падения из бесконечности при отсутствии орбитальной составляющей.

Тогда можно записать окончательную формулу описывающую ситуацию внутри орбитальной системы с точки зрения внешнего наблюдателя:

$$(Формула 12) \quad C = C_0 \frac{1 - \frac{Z}{R}}{\sqrt{1 - \frac{Z}{R} * \cos^2(\alpha)}}$$

Эта формула аналогична соотношению релиденсов (Формула 4) , которую мы и выводили.

Заметим, что изменение скорости света приводит и к изменению протяжённостей объектов и орбит. Потому что само понятие длины и единица её измерения связана со скоростью света.

Определим угол отклонения траектории распространения кванта света в области гравитации.

Определение угла отклонения луча света через коэффициент преломления в среде

На траектории распространения электромагнитных квантов вблизи плотных вещественных объектов (и солнца) в соответствии уравнениям релиденса область возбуждения (квант, фотон) имеет скорость и соответствующий кинетический релиденс.

Скорость распространения электромагнитного возбуждения определяется из (Формула 3).

$$(Формула 13) \quad \frac{C^2}{C_0^2} = \left(1 - \frac{Z}{R} - \frac{V^2}{C_0^2} \right)$$

При этом скорость V здесь не орбитальная (фотон не имеет компактной вещественной части) и не соответствует механическому релиденсу определяемому центральным объектом. На скорость распространения кванта могут влиять только кинетический релиденс

$$\mathfrak{R}_k = \frac{V^2}{C^2} = \frac{Z}{R}$$

и механический релиденс $\mathfrak{R}_\mu = \frac{Z}{R}$.

Спинорный (орбитальный) релиденс для орбиты

$$\mathfrak{R}_S = \frac{4\pi^2 \omega^2 R^2}{C^2} = \frac{Z}{R}$$

не оказывает влияния на траекторию фотона, свет не имея компактной вещественной материи не подчиняется законам Кеплера. Соответственно:

$$(Формула 14) \quad \frac{C^2}{C_0^2} = 1 - \mathfrak{R}_k - \mathfrak{R}_\mu = 1 - \frac{2Z}{R}$$

Можно говорить о возникновении гравитационной линзы.

Коэффициент преломления в нашей гравитационной линзе:

$$(Формула 15) \quad n = \frac{1}{1 - \frac{2Z}{R}}$$

По законам оптики угол отклонения луча призмой определяется как:

$$(Формула 16) \quad \alpha = \frac{1}{n} - 1$$

Раскроем значение μ .

$$\text{(Формула 17)} \quad \alpha = 1 - \frac{2Z}{R} - 1 = -\frac{2Z}{R}$$

$$\alpha = -2\mathfrak{R}_\mu$$

Знак минус определяет направление отклонения вокруг Солнца, а не от него.

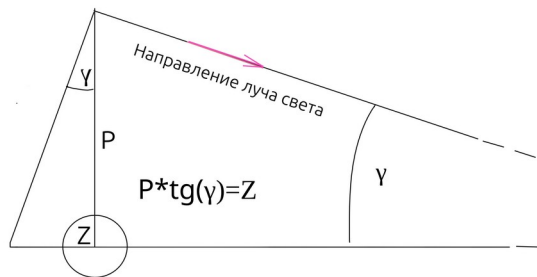
Радиус солнца $R_s = 700000000$ метров.

Гравитационный радиус Солнца или его линейная масса в метрах $Z = 2953.25$.

Получаем $8,437\text{E-}06$ радиана в столетие, что соответствует $1,74$ угловых секунды в столетие. Согласно теории Эйнштейна $\alpha \approx 1,74$ угловых секунды.

Формула по Эйнштейну точно соответствует только что полученной. Только в выводе по Ландау и Лившицу нет знака минус.

Для сведения. Ещё одну формулу для малых углов можно получить из геометрических построений с учётом прямолинейности ветвей траектории и малым криволинейным участком:



$$\text{(Формула 18)} \quad \gamma \approx 2 \arctan \left(\frac{Z}{P} \right)$$

P — прицельный параметр, который при малых углах огибания почти равен радиусу объёма под областью касания луча.

Поскольку траектория луча света огибает центральный объект, можно предположить, что с ростом его линейной массы должен наступить момент, когда траектория превратится в замкнутое кольцо.

Фотонная сфера

Фотоны не имеют вещественной материи и не подчиняются орбитальным законам. Это только представление о зоне электромагнитного возбуждения среды.

Тем не менее, когда радиус кривизны траектории окажется равным радиусу орбиты в той же области пространства, свет начнёт движение по кругу.

Скорость распространения электромагнитного возбуждения определяется из (Формула 3) .

$$(Формула 19) \quad \frac{C^2}{C_0^2} = \left(1 - \frac{Z}{R} - \frac{V^2}{C_0^2} \right)$$

Траектория распространения света это равновесная траектория, когда $\mathcal{R}_{1,2}$ совпадает с формулой выше, а радиус кривизны траектории равен R.

Радиус кривизны траектории определяется известной формулой:

$$(Формула 20) \quad \rho = \frac{V^2}{g \cos \alpha}$$

При условии, что для круговой орбиты угол альфа равен нулю:

$$(Формула 21) \quad g = \frac{ZC^2}{2R^2} \text{ (ускорение свободного падения на объект на высоте R}$$

от него $g = \frac{\mu}{R^2}$, где $\mu = \frac{ZC^2}{2}$ стандартный гравитационный параметр объекта известный астрофизикам). В наших терминах эта величина называется количество вещественной материи.

и

$$(Формула 22) \quad \rho = \frac{2V^2 R^2}{ZC^2}.$$

Равенство радиуса кривизны траектории радиусу определённому через механический релиденс $\rho = R$ выполняется при условии:

$$(Формула 23) \quad ZC^2 = 2V^2 R$$

Но ранее мы получили:

$$(Формула 24) \quad \frac{C^2}{C_0^2} = \left(1 - \frac{2Z}{R} \right)$$

Тогда:

(Формула 25)
$$R = \frac{3Z}{2}$$

На таком расстоянии от центра вещественного объекта с линейной массой Z свет свернётся в кольцо, оказавшись на фотонной сфере. Само собой разумеется, что радиус такого вещественного объекта больше его линейной массы. При этом скорость света на фотонной сфере $C = 0,577C_0$. Угол отклонения луча теперь в среде с радиально переменным коэффициентом преломления должен быть равен половине оборота.

Определим угол огибания вещественных объектов траекторией луча света.

Зависимость угла огибания вещественного объекта лучом света от расстояния до центра этого объекта

Между малыми углами определёнными через статический коэффициент преломления в среде Вселенной и максимальным значением угла преломления, когда траектория луча замыкается в кольцо, есть большой диапазон промежуточных углов между значениями определяемыми по формулам:

$$\alpha = -\frac{2Z}{R} \text{ и } \alpha = -\pi.$$

Последнее выражение верно для фотонной сферы.

Отсюда делаем вывод, что по мере приближения к Z происходит плавное изменение функции определяющей угол огибания в связи с ростом показателя преломления среды Вселенной.

Посредством переходной функции можно осуществить переход от статического коэффициента преломления к зависящему от \Re_{μ} .

(Формула 26)
$$k = e^{\left(1 - \frac{2}{3\Re_{\mu}}\right)}$$

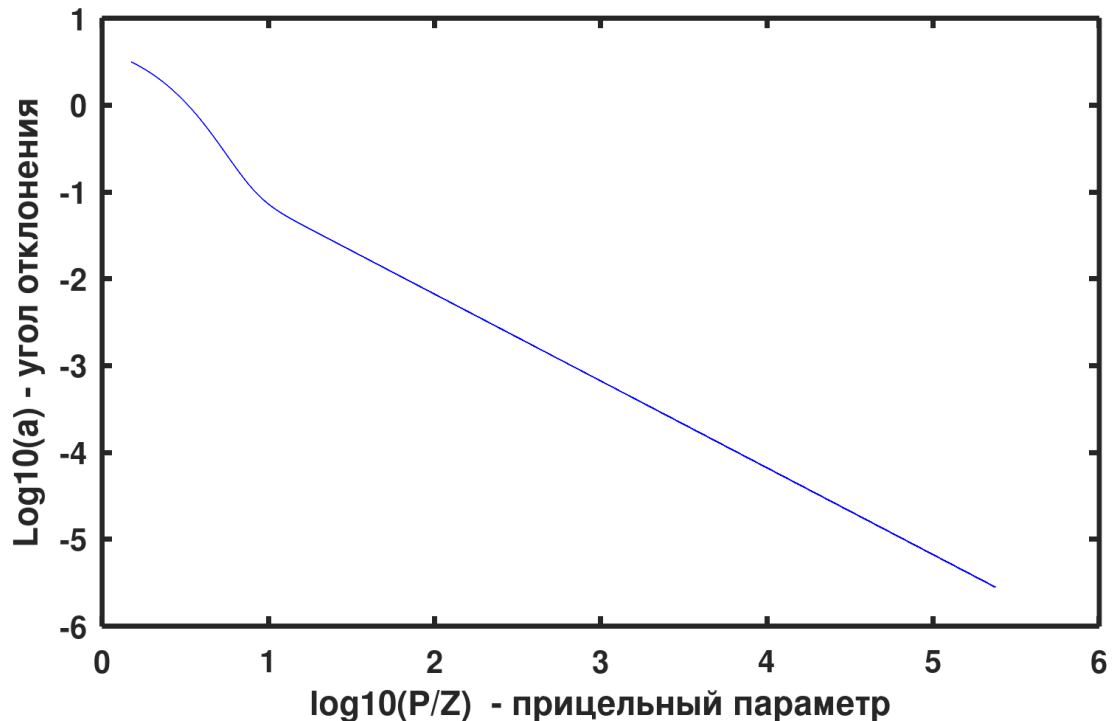
Эту уже не столько физика, сколько математика из теории автоматического управления.

Теперь получаем формулу для определения угла отклонения траектории луча света в зависимости от механического релиденса:

(Формула 27)
$$\alpha = \pi * e^{\left(1 - \frac{2}{3\Re_{\mu}}\right)} + \frac{2}{3\Re_{\mu}} * \left(1 - e^{\left(1 - \frac{2}{3\Re_{\mu}}\right)}\right)$$

Формула получилась достаточно компактной, чтобы простыми вычислительными средствами в виде GNU Octave построить её график. Диапазон значений углов и релиденса очень широкий, поэтому график строим в логарифмическом масштабе по двум осям.

**График зависимости угла огибания массы
с гравитационным радиусом Z лучом света
в зависимости от отношения прицельного параметра P к Z
в логарифмическом масштабе
от фотонной сферы до Солнца**



Верхняя точка на графике:

соответствует радиусу фотонной сферы и углу отклонения π ($\log_{10}(\pi)=0,497$),
когда луч свернётся в кольцо и логарифму $\log_{10}(P/Z)=0,176$.

Нижняя точка на графике:

8,477E-06 радиана в год, 1,748 угловых секунд за сто лет,
десятичный логарифм от угла в радианах -5,072.

Для Солнца $P/Z=235932$. Десятичный логарифм от 235932 = 5,373.

Представляет интерес и построение траектории распространения луча света вблизи радиуса равного линейной массе центрального объекта.

Ветви траектории это прямые, но вблизи центрального объекта траектория может выглядеть кривой, многовитковой спиралью и окружностью. То есть функция определяющая траекторию в общем случае многозначна.

Построим графики траектории луча света.

Траектория луча света

При огибании вещественных объектов лучом света существует криволинейный участок траектории. Этот участок мал, его невозможно увидеть со стороны. Но для полноты картины распространения света в поле гравитации рассмотрим и этот участок.

Угол между вектором ускорения свободно падения и нормалью к траектории изменяется от нуля до некоторого значения равного половине угла огибания.

Исходная траектория — прямая. Подставляя в формулу коэффициенты изменения метрики и расширения угла, можно получить значение радиус-вектора траектории.

$$R_0 = \frac{P}{\cos(\alpha)}$$

В нашем случае на каждом участке траектории угол меняется, и мы вводим переменный прицельный параметр с целью получить траекторию преобразовав в неё прямую.

По мере приближения к Z траектория отклоняется в сторону Z .

Луч огибает центральный объект на угол больший 2π с внешней стороны. Поэтому необходимо внести поправку для выражения траектории, растянув шкалу углов для функции косинуса и учесть изменение метрики вблизи массы. Примерный вид формулы для определения радиуса траектории:

$$(Формула 28) \quad R = \frac{(P + Z)\left(1 - \frac{Z}{P}\right)^{-1}}{\cos\left(\frac{\alpha_{norm}}{1+\alpha}\right)}$$

P — прицельный параметр. Z — линейная масса центрального объекта. α_{norm} - линейная шкала углов от 0 до 180 градусов. α — угол огибания центрального объекта лучом света.

$$\alpha = \pi * e^k + \frac{2Z}{3P} * (1 - e^k)$$

$$k = 1 - \frac{2P}{3Z}$$

Изменение метрики приводит к тому, что реальный угол раскрытия траектории α всегда меньше 180 градусов, а угол огибания больше 180 градусов.

Вид траекторий при малых значениях P/Z позволяет сделать вывод, что при огибании сверхплотных объектов луч от одного и того же источника может приходиться с нескольких направлений с разных сторон от огибаемого объекта.

Для точного вычисления применяем значение α из формулы (Формула 27) .

Задаём полный угол обзора траектории α_{norm} .

$$\alpha_{norm} = \frac{\pi}{2} * (-1 : 0.00001 : 1)$$

Результат вычислений по (Формула 28) отображается в полярных координатах

$$f(\log_{10}(R), \theta)$$

На малых значениях R/Z функция многозначна, луч огибает массу более одного раза.

Число оборотов траектории определяется по формуле

$$N = \frac{\pi}{2(\pi - \alpha)}$$

Вычислительные возможности персонального компьютера находятся на пределе при вычислении для малых значений R/Z . Это приводит к размыванию полученных графиков траекторий близких к фотонной сфере, когда необходимо учитывать десятичные знаки далее двадцатого после запятой.

Текст программы для вычисления в среде GNU Octave (аналог MATLAB), а также полученные графики *Графики* приведены в приложении.

Мы рассмотрели траектории луча света или любого другого луча электромагнитного излучения.

Рассматривая малые вещественные объекты, можно построить и их траектории вблизи центральных объектов. Это в первом приближении определяется законами Кеплера. Но понятие о релиденсах позволяет уточнить эти законы, получив возможность вычислять и вращение орбит.

Вычислим смещение перигелиев орбит.

Сдвиг перигелия орбиты как результат её вращения

Обычное орбитальное движение описывается двумя формулами

$$\mathfrak{R}_v - \mathfrak{R}_\mu = \mathfrak{R}_{v\infty}$$

$$R = a \frac{1 - \varepsilon^2}{1 - \varepsilon \cos \varphi}$$

Коэффициент сокращения длины траектории орбиты:

$$K = \sqrt{1 - \mathfrak{R}_k} \sqrt{1 - \mathfrak{R}_s} \sqrt{1 - \mathfrak{R}_\mu}$$

(Формула 29)
$$\frac{dL}{dL_0} = K = \left(1 - \frac{Z}{R}\right)^{\frac{3}{2}}$$

При этом R выражается через большую полуось и орбитальный угол (истинная аномалия).

(Формула 30)
$$K = \left(1 - \frac{Z}{a} * \frac{1 - \varepsilon \cos \varphi}{1 - \varepsilon^2}\right)^{1,5}$$

Полный угол измениться не может. Но если длина замкнутой окружности меньше длины окружности вокруг плоского полного угла, можно говорить об условном коэффициенте изменения полного угла для применения в вычислениях:

(Формула 31)
$$K_2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(1 - \frac{Z}{a} * \frac{1 - \varepsilon \cos \varphi}{1 - \varepsilon^2}\right)^{1,5} d\varphi$$

Набег угла перигелия на один оборот орбиты:

(Формула 32)
$$\Delta\varphi = 2\pi(1 - K_2)$$

Получившийся интеграл не берущийся (в том числе и в онлайн сервисах), но может быть определён численным методом.

В приложении приведена таблица для которой значения получены в программе Libre Calc (аналог MS Excel) с разбиением полного угла на пятьсот шагов.

Есть и приближённая формула для набега угла (не надо интегрировать, а для планет Солнечной системы точность практически такая же, как у полной формулы):

$$(Формула 33) \quad \Delta\varphi = \left[1 - \left(1 - \frac{Z}{a(1 - \varepsilon^2)} \right)^{1,5} \right]$$

Здесь угол в долях полного оборота.

Значительные отличия от точной формулы появляются когда эксцентриситет приближается к единице. При значении эксцентриситета равном 0,99999 отличие в набеге проявляется в четвёртом знаке после запятой. Больше отличие при росте плотности центрального объекта, когда R стремится к Z . Вблизи критических орбит погрешность может достигать второго знака. Приблизительная формула также пропускает невозможные орбиты, когда R/Z мало.

Когда эксцентриситет стремится к бесконечности, а плотность центрального объекта к нулю определение набега по углу теряет смысл как физический, так и логический.

Определять изменение неограниченной длины практически прямолинейной траектории бессмысленно.

По Эйнштейну после перехода к единицам ФИР формула выглядит так:

$$(Формула 34) \quad \Delta\varphi = \frac{3 * Z}{2 * a * (1 - e^2)}$$

Здесь угол в долях полного оборота.

Вывод этого уравнения есть у Ландау и Лифшица во втором томе восьмого издания теоретической физики в параграфе 101. Автор применяет тензор кривизны пространства, уравнение Гамильтона — Якоби, разложение по степеням, эллиптический интеграл, исключение мало значимых членов и т. п. На трёх страницах. Подобным образом выводится и угол огибания лучом света вещественных объектов.

Если перейти к круговым орбитам, то уравнение Эйнштейна позволяет большой полуоси становиться меньше гравитационного радиуса (в нашем случае линейной массы). В нашей физике это недопустимо для натуральных чисел. По Эйнштейну возможен коллапс массы (количества материи). В нашей физике есть только предел сжатия вещественного объекта.

Для Солнечной системы результаты вычислений по двум приблизительным формулам неотличимы.

На основе точной формулы можно построить и многозначную функцию описывающую вращение орбит вокруг больших масс, в которой каждый новый виток орбиты начинается по окончании предыдущего витка.

Результаты вычислений для Солнечной системы показаны в *Таблица результатов вычислений (смещение перигелиев за сто лет)* и .

Орбиты вещественных объектов в критических условиях

Вещественные объекты подчиняются спинорному релиденсу и могут совершать движение по орбитам не только в условиях экстремальной гравитации.

Траектории орбит в обычных условиях это эллипсы, парабола и гиперболы — линии конических сечений. Все эти линии в полярных координатах описываются одной формулой:

$$(Формула 35) \quad R = \frac{P}{1 - \varepsilon \cos(\alpha)}$$

Или такой:

$$(Формула 36) \quad R = \frac{a(1 - \varepsilon^2)}{1 - \varepsilon \cos(\alpha)}$$

Из них получаем полезные соотношения:

$$(Формула 37) \quad a = R_{max} \frac{1 - \varepsilon}{1 - \varepsilon^2}$$

$$(Формула 38) \quad P = a(1 - \varepsilon^2)$$

$$(Формула 39) \quad \arccos \left(\frac{1 - \frac{P}{R}}{\varepsilon} \right) = \alpha$$

Но в условиях близости к центральному объекту орбитальной системы

Используя формулу полученную в ранее (Формула 33) :

$$\Delta\varphi = 2\pi \left[1 - \left(1 - \frac{Z}{a(1 - \varepsilon^2)} \right)^{1,5} \right]$$

Можно построить вращающиеся орбиты. Поворот обычных орбит на графике не будет виден ввиду малости угла их поворота. Но для наглядности можно использовать орбиты вблизи сверхплотных объектов, для которых Z имеет значение близкое к P .

При этом завершение одного оборота орбиты будет смещаться, и следующий оборот начнётся с некоторым сдвигом по углу.

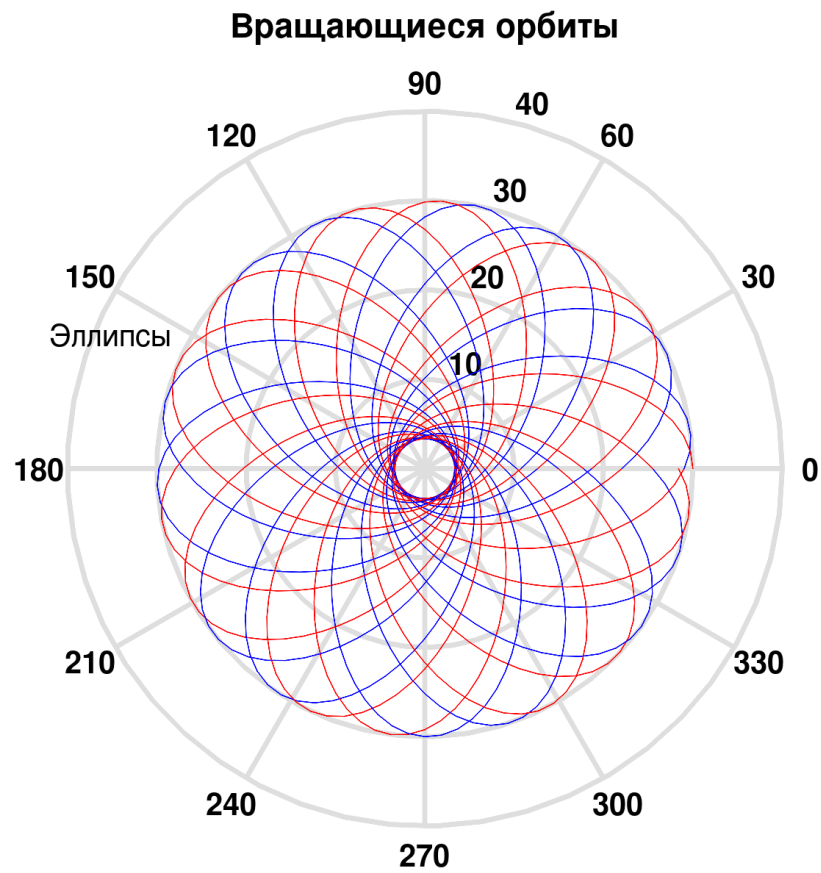
$$N=(0, 1, 2...)$$

$$\alpha = 2\pi \cdot * (N : 0.001 : 1 + N)$$

$$R = \frac{P}{1 - \varepsilon \cos(\alpha * 1 - \Delta\varphi)}$$

$polar(\alpha, R)$

Полный текст программы для визуализации вращения орбит приведён в приложении.

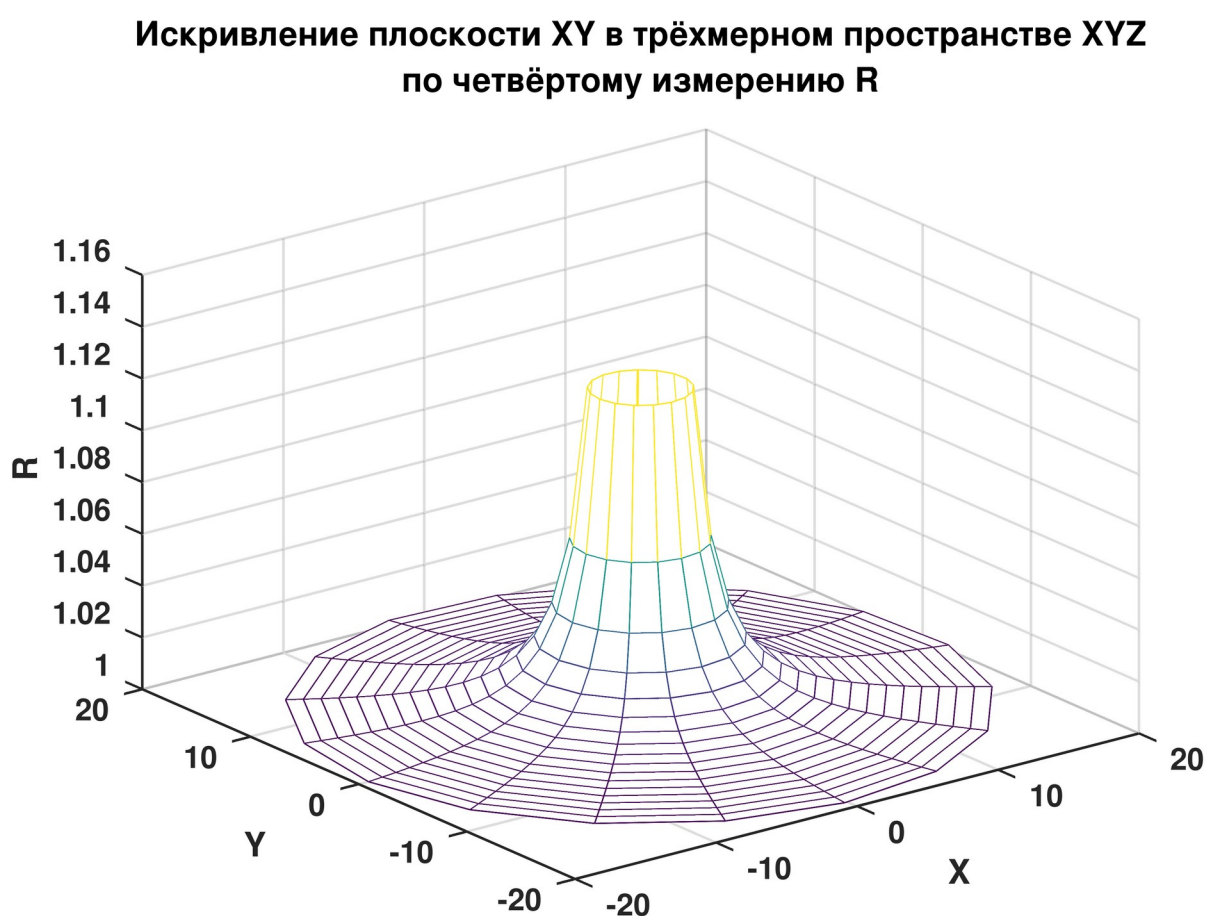


Об изменении метрики

Говоря о влиянии механического релиденса на длину орбиты и на другие метрические элементы системы, мы говорим об изменении метрики геометрического пространства, которое у нас не существует само по себе, я является следствием существования материи.

Не зря линейная масса измеряется в единицах длины.

Для наглядности можно построить график изменения метрики вблизи вещественного объекта.



На этом графике представлена зависимость наблюдаемого расстояния до вещественного объекта с высокой плотностью.

Концентрические окружности это круговые орбиты. Чем ближе к центральному объекту, тем протяжённости орбит становятся меньше по отношению к кеплеровским значениям.

Длина орбиты не может быть меньше значения линейной массы центрального объекта.

Если рассматривать меридианы, то это линии взгляда участника приближающегося к центральному объекту. Здесь наблюдается парадоксальная на первый взгляд ситуация, когда приближаясь к объекту участник видит увеличение расстояния до него.

$$R_2 = R_0 \left(1 - \frac{Z}{R_0} \right)^{-1} = \frac{R_0^2}{R_0 - Z}$$

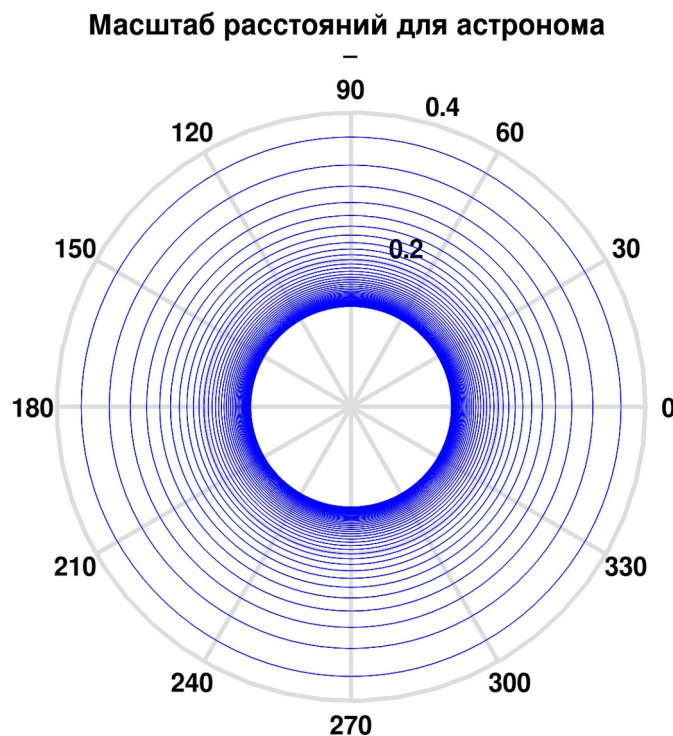
Здесь R_2 это наблюдаемое участником расстояние до поверхности гравитационной сферы объекта. R_0 это расстояние полученное из геометрического построения при соблюдении изотропности пространства.

Теперь посмотрим с точки зрения свидетеля.

$$R_1 = R_0 \left(1 - \frac{Z}{R_0} \right) = R_0 - Z$$

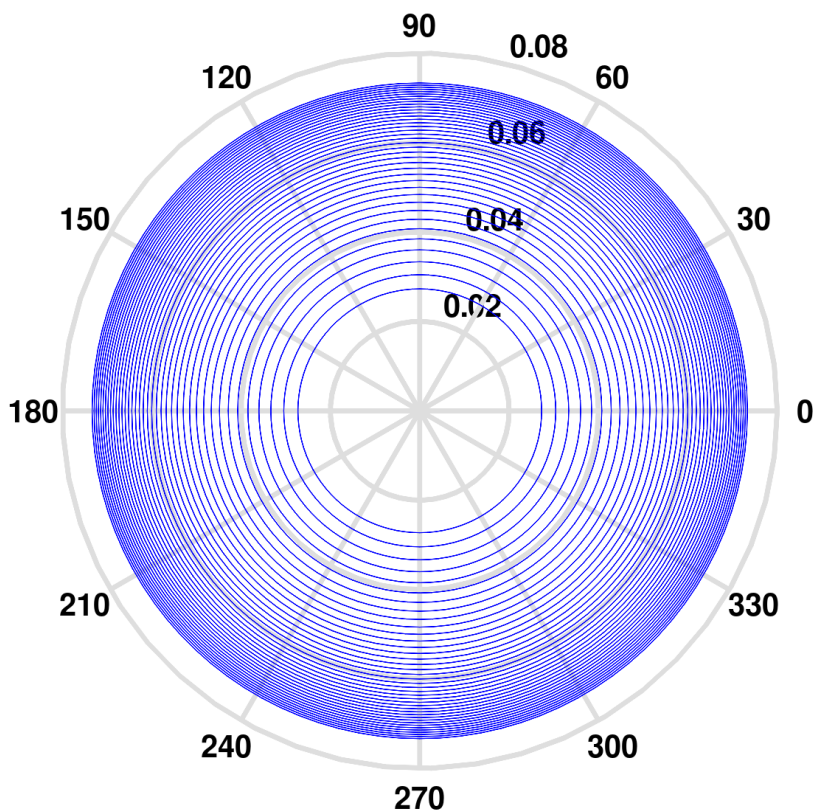
Для свидетеля смотрящего на систему снаружи, как это делают астрономы, расстояния R_1 до поверхности гравитационной сферы уменьшаются быстрее, чем на геометрическом построении.

Расстояния R_0 в природе не существует. Ни участник ни свидетель не могут его видеть. Это чисто математическая величина полученная из представления об изотропности пространства, а её величину могут вычислить и участник и свидетель по своим данным наблюдения.



Для сравнения в одинаковом представлении приведём и масштабы расстояний для участника.

Масштаб расстояний для участника



Если в изотропном (плоском) представлении измерять расстояния не до геометрического центра, а до границы сферы линейной массы R_{00} , формулы будут выглядеть иначе.

$$R_2 = \frac{(R_{00} + Z)^2}{R_{00}}$$

$$R_1 = R_{00}$$

В таком случае становится наглядным факт того, что объект с любой линейной массой не имеет метрических размеров.

$$R_Z = 0$$

Пересечь то что в современной физике называют горизонтом событий невозможно, как невозможно пересечь внешнюю границу геометрической точки.

Падение на сверхплотный объект

При падении на сверхплотный объект наиболее вероятно движение по некоторой гиперболической орбите. Но при падении в направлении центра сверхплотного объекта произойдёт следующее.

Ускорение при падении определяется формулой

$$a = \frac{dV^2}{2dR}$$

После подстановки значений и взятия производной

$$a = \frac{ZC_0^2}{2} \frac{Z - R}{R^3}$$

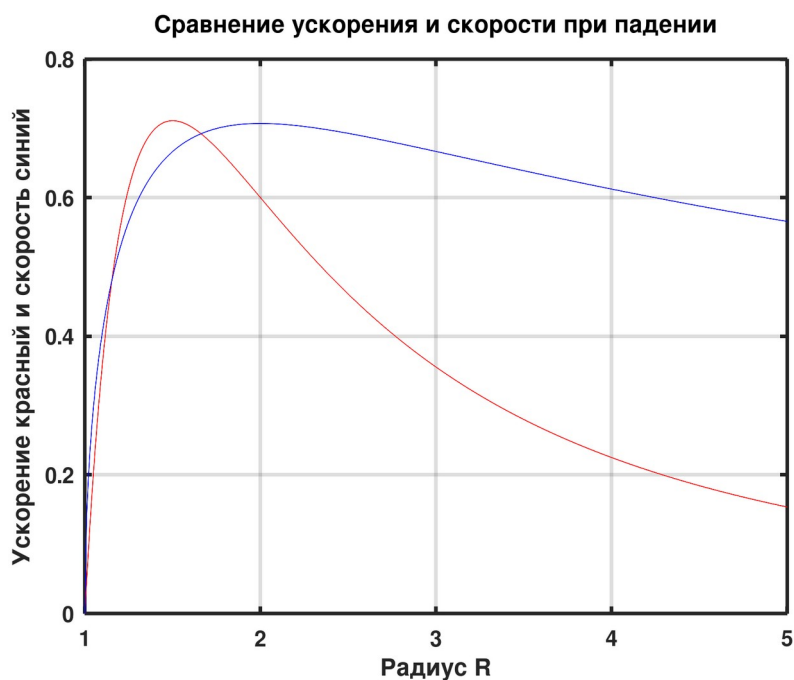
Скорость из обычной физики

$$V_0^2 = 2ZC^2 / R$$

С учётом «релятивистских» поправок

$$V = \sqrt{\frac{2ZC_0^2(1 - \frac{Z}{R})}{R}}$$

Приведя визуальный масштаб значения ускорения к визуальному масштабу скорости получим следующий график:



И скорость и ускорение падают до нуля с приближением к Z.

Интересно, что в отличие от известной формулы для определения гравитационного радиуса реально скорость падающего объекта никогда не приближается к скорости света, не превышая $0,7c$.

Если рассматривать величину количество материи (сумма вещественной и кинетической), то для падающего объекта это

$$\Psi = \frac{zC^2}{2} + \frac{zV^2}{2} \quad [2 \ 1]$$

Линейная масса объекта z , его радиус r .

И кинетическая скорость и местная скорость света стремятся к нулю. Соответственно к нулю стремится и количество материи. Его энергия

$$A = \frac{\Psi C^2}{2}$$

Также стремится к нулю.

Малый объект падающий не сверхплотный объект просто исчезает, не оставляя никаких следов во Вселенной. Материя уходит в небытие из которого когда-то возникла.

Подобное будет происходить и с объектами попадающими в фотонную сферу. Только для их окончательного исчезновения потребуется больше времени.

Почему электроны на атомных орбитах не излучают и не падают на ядро. Почему планеты Солнечной системы не излучают гравитационных волн.

В качестве модели атома применяем планетарную модель. Раз уж есть корпускулярно волновой дуализм, объяснения должны работать с любой из двух точек зрения.

Описание траекторий существует и в современной физике, пусть и более сложно выполненное по сравнению с ФИР.

Но современная физика не имеет внятного объяснения — почему электроны не падают на ядро. Это «объясняется» стационарностью орбит. Это постулат.

Уравнение Шредингера тоже постулировано, а результаты экспериментов подтвердили его верность.

В чём же реальный смысл стационарности орбит?

Из Википедии:

Формула Лармора используется для расчёта полной мощности, излучаемой нерелятивистским точечным зарядом при его ускорении. Впервые была получена Джозефом Лармором в 1897 году[1] в контексте волновой теории света.

В любой системе единиц мощность, излучаемая одним электроном, может быть выражена через классический радиус электрона и массу электрона как:

$$P = \frac{2}{3} \frac{m_e r_e A^2}{C}$$

Физика иного разума использует свою систему единиц, и в ней формула выглядит так:

$$N = \frac{z_e C R_e A^2}{3}$$

A — ускорение

Можно обратить внимание на то, что эта формула предполагает некоторую структуру у электрона.

Одно из следствий из этой формулы состоит в том, что электрон, вращающийся вокруг ядра, как в модели Бора, должен терять энергию, падать на ядро, и атом должен коллапсировать. Эта загадка не была решена до тех пор, пока не была построена квантовая механика.

В ФИР орбитальное движение это равновесное движение (орбиты стационарны). Если на орбитальный объект «посадить» наблюдателя, он не обнаружит никаких эффектов орбитального движения пока не посмотрит на внешний мир. По направлению радиус-вектора орбиты наблюдается градиент кинетической материи, но нет ускорения вещественного орбитального объекта. Не испытает наблюдатель и действия тангенциальных ускорений по траектории орбиты.

Описывается орбитальное движение двумя формулами.

Физическая:

$$\frac{V^2}{C^2} - \frac{Z}{r} = -\frac{Z}{2a}$$

Геометрическая:

$$R = \frac{a(1 - \varepsilon^2)}{1 - \varepsilon \cos(\theta)}$$

Законы орбитального движения могут быть расширены для заряженных объектов. Центральному и орбитальному объекту можно назначить противоположные заряды. Комплекс из линейной массы и линейного заряда (термины ФИР) формально можно объединить (без учёта эффектов электромагнетизма).

Если

$$Z + z + \frac{z_q}{z} (Z_q + z_q) = X$$

то

$$\frac{V^2}{C^2} - \frac{X}{r} = -\frac{X}{2a}$$

что по сути не отличается от исходного описания механических орбит.

Физика иного разума применяет понятие релиденса, что сокращает многие формальные выражения, делая их более наглядными.

Релиденсы орбитального движения связаны с физической формулой для орбитального движения:

$$\mathcal{R}_k - \mathcal{R}_s = \mathcal{R}_\infty$$

$$\mathcal{R}_s = \frac{4\pi^2 \omega^2 R^2}{C^2} = \frac{Z}{R}$$

\mathcal{R}_∞ для орбит величина постоянная.

Воспользовавшись соотношениями для орбитальных скоростей, можно указать и другие релиденсы связанные с проекциями орбитальной скорости на оси системы координат образованные касательной к орбите и радиус-вектором, выразив их через истинную аномалию:

$$\mathcal{R}_k = \mathcal{R}_\infty * \frac{(1 + e^2 + 2e \cos(\theta))}{(1 - e^2)}$$

$$\mathcal{R}_r = \mathcal{R}_\infty * \frac{e^2 \sin^2(\theta)}{1 - e^2}$$

$$\mathcal{R}_t = \mathcal{R}_\infty * \frac{1 + e^2 \cos^2(\theta)}{1 - e^2}$$

Для них справедливо соотношение:

$$\mathcal{R}_k = \mathcal{R}_r + \mathcal{R}_t$$

$$\mathcal{R}_r + \mathcal{R}_t = \mathcal{R}_\infty + \mathcal{R}_s$$

Нас интересует ускорение орбитального объекта.

Проекции ускорения через релиденс

$$A_k = \frac{d\mathcal{R}_k}{dL}$$

$$A_r = \frac{d\mathcal{R}_r}{dL}$$

$$A_t = \frac{d\mathcal{R}_t}{dL}$$

Для орбитального движения:

$$A_k - A_r - A_t = 0$$

Для прямолинейного ускоренного движения:

$$A_k = A_t$$

Для того чтобы получить материальное ускорение необходимо изменить радиальное ускорение (центростремительное).

В таком случае нарушится связь релиденсов и траектория перестанет быть равновесной. Возникнет дополнительная нескомпенсированная составляющая ускорения.

Ускорение на прямолинейной траектории выводит её из равновесного состояния. Нескомпенсированное ускорение назовём материальным. Его может обнаружить наблюдатель находящийся на орбитальном объекте.

Если электрон находится на равновесной орбите, вывести его из равновесия можно двумя способами.

1. Применить контактную силу к орбитальному объекту.
2. Изменить эффективную массу и заряд центрального объекта.

Первый случай может быть реализован в атоме при поглощении — испускании кванта электроном. Поскольку заряд квантован, энергетические уровни орбит тоже квантованы.

Дополнительное ускорение сообщённое квантом электрону нарушает орбитальное равновесие.

$$A_k - (A_r \pm A_\gamma) - A_t \neq 0$$

Квант изменяет радиальное ускорение. С новым энергетическим состоянием электрон выбирает новую равновесную орбиту.

Второй случай выполняется когда электрон находится на траектории определяемой ротором (магнитным полем).

$$A_r = \frac{q}{\mu} * [V \times B]$$

Здесь определено радиальное ускорение с некоторым условным центром

$$r = \frac{m V}{q B}$$

Электрон в этом случае не излучает кроме момента входа в зону ротора, когда возникает радиальное ускорение.

$$A = \frac{q}{\mu} E + \frac{q}{\mu} * [V \times B]$$

В этом случае условный центр непрерывно смещается. Радиальное ускорение меняется в соответствии первому члену уравнения.

Параметры условного центра (линейную массу) можно определить по формуле:

$$Z = \frac{V^3 2z_e}{z_{qe} B C^2}$$

Изменяя индукцию магнитного поля можно изменять параметры условного центра и обеспечивать излучение электроном.

По формуле Ламора мощность излучения ускоряемого (замедляемого) электрона:

$$N = \frac{z_e C R_e A^2}{3} \quad [5 \ 0]$$

Второй случай будет этой формулой описан так:

$$N = \frac{C R_e z_{eq}^2 E^2}{3z} \quad [5 \ 0]$$

Именно ускорение в электрическом поле определит мощность излучения.

Для первого случая мощность можно определить как $N = h\nu^2$

Отсюда при необходимости можно вычислить ускорение, которое испытывает электрон

$$N = \frac{z_e C R_e A^2}{3}$$

$$A = \sqrt{3 \frac{h\nu^2}{z_e C R_e}} \approx 10^{17 \pm 2} \approx 10^{16 \pm 2} g \quad [2 \ -1]$$

Необыкновенно высокое ускорение!

Интервал времени действия ускорения:

$$t = \sqrt{\frac{\lambda}{A}} \approx 10^{-15 \pm 2} \quad (\text{от пико до атто секунды})$$

Квантовая механика считает эти процессы мгновенными.

Уравнение Шредингера позволяет численными методами вычислять плотности вероятности нахождения электрона на определённых энергетических уровнях. Орбитальный метод вычислений может также дать результаты, но следует учитывать влияние на орбиту одного электрона всех других электронов в атоме, а также влияние их магнитных моментов. Задача не простая, но её решение возможно численными методами подобно решению задачи n тел.

Для простых атомов это вычисление удавалось и Бору. Но задача n тел в его время ещё не решалась. Как бы там ни было, траектории электронов могут быть вычислены. Эти траектории могут отличаться от орбит — конических сечений. Они могут иметь вид восьмёрок или многовитковых замкнутых траекторий в 3d пространстве и с учётом принципа Паули и других объективных квантовых ограничений, но они всё равно стационарны. Для каждого участка сложной траектории будут выполняться уравнения релинсов.

В мире вещественных объектов тоже существуют не плоские орбиты, например вблизи точек либрации. В атоме массив электронов и ядро создают условия для существования 3d орбит.

3d орбита для трёх тел

<https://rutube.ru/video/ce98b10e8f5e71d06ed72446bca2464a/>

Вероятно, есть и такие квазистационарные орбиты, когда их время жизни немного превышает период полураспада самого элемента. Так же возможно, что магнитные моменты электронов и ядра могут быть стабилизирующим фактором для орбит.

На равновесных орбитах материальное ускорение орбитального объекта отсутствует даже когда конфигурация орбиты сложна.

На вещественных орбитах также невозможно излучение гравитационных волн. Но если одно из тел внешним воздействием (другим телом) сдвинуто с орбиты, или за счёт явных релятивистских эффектов орбита нестабильна, возможно излучение.

Общее правило:

Излучать волны какого-либо характера может только такой объект для которого в системе отсчёта связанной с центром этого объекта может быть обнаружено ускорение направленное вдоль траектории движения объекта.

Для Земли в такой системе отсчёта будет обнаружено её собственное вращение. Но излучение связано только с поступательным ускоренным движением.

Для электрона возможно описание его состояния посредством решений уравнения Шредингера. Но это уравнение не выведено из каких-то параметров материи, эти решения подобны постулату Бора о стационарности орбит.

Гравитационная волна в ФИР это движение градиента механической материи.

Если нарушаются условия стационарности движения, объект имеет материальное ускорение, то при ограниченности значения максимальной скорости движения и

распространения объектов и градиентов, наблюдается отрыв градиента от объекта (пример — радиоволна отрывается от тока инициирующих её электронов).

Отличие гравитационной волны от электромагнитной в том, что она в своей основе продольная.

Описать её можно как производную кинетического релиденса по траектории распространения.

$$G = \frac{d\mathfrak{R}_k}{dL} [0 -1]$$

Если релиденс описывается в виде гармонической функции, волна гармоническая, если импульсной функцией — импульсная (ударная).

Можно говорить о работе гравитационной волны при её воздействии на материальные объекты, её энергии .

$$\Lambda = GC^2 \mu \lambda [4 1]$$

Поскольку период $T = \frac{\lambda}{C}$

Мощность волны действующей на объект μ

$$N = GC^3 \mu [5 0]$$

Детектор гравитационных волн может быть построен на принципе регистрации взаимного смещения масс на линии траектории волны или на принципе регистрации деформации протяжённого механического объекта. Что и делается в настоящее время.

Инверсный релиденс

Инверсная материя распределена во вселенной таким образом, что её организационные центры находятся на сверхплотных объектах.

При этом в идеальной галактике инверсный релиденс зависит от количества вещества в галактике под радиусом определения r .

$$\mathfrak{R}_i = \left(Z + \sum_0^r z \right) \frac{2r}{R_{max}^2}$$

Условно примем, что количество материи пропорционально кубу радиуса, под которым оно определяется. Распределена материя до радиуса 100000 св лет.

Наличие инверсной материи оказывает влияние на спиновый релиденс.

$$R_s = (\mathcal{R}_{S0} + \mathcal{R}_i)$$

Главное уравнение для галактики выглядит так:

$$\mathcal{R}_v + \mathcal{R}_s + \mathcal{R}_\mu = 1 + \mathcal{R}_i$$

Для галактических орбит:

$$\mathcal{R}_k = (\mathcal{R}_{S0} + \mathcal{R}_i) + \mathcal{R}_\infty$$

Орбитальные скорости:

$$V^2 = C^2(\mathcal{R}_{s0} + \mathcal{R}_i + \mathcal{R}_\infty)$$

Орбитальные скорости растут относительно расчётных по Кеплеру значений.

За пределами галактического диска при отсутствии каких-то дополнительных влияний (считаем орбиты круговыми):

$$V^2 = C^2(\mathcal{R}_{s0} + \mathcal{R}_i)$$

$$V = C\sqrt{\mathcal{R}_{s0} + \mathcal{R}_i}$$

Примем, что R_{\max} 100000 св лет

Радиус орбиты св лет	10000	26000	100000	1000000
Орбитальная скорость км/сек	306	220	488	655

На расстояниях значительно превышающих область распределения материи галактики орбитальные скорости условно продолжают расти, но объектов, которые могли бы двигаться с такими скоростями уже нет. Последний пример как раз из этой серии.

Есть граница пространственного определения галактик.

В области Солнечной системы влияние инверсной материи заметно для внешнего наблюдателя. Внутри Солнечной системы, например на Земле, заметить влияние инверсной материи невозможно. Градиенты её релиденса малы и одинаковы для всех областей Солнечной системы.

Влияние инверсной материи в Солнечной системе сводится к тому, что максимальная скорость света отличается от той, которая должна быть между галактиками. Но отличие мало и составляет примерно 0,009%. Оно одинаково для всех областей солнечной системы. Наблюдатели же принимают имеющееся значение максимальной скорости света за единицу.

Инверсная материя может иметь значительный релиденс, но он всегда меньше единицы.

В нашем случае это не более $5 \cdot 10^{-11}$ даже при распространении гало инверсной материи на миллионы радиусов галактики и заполнении ей всей Вселенной. При таком релаксационном времени орбитальные скорости на окраинах управляемой орбитальной системы должны приближаться к световой. Но таких систем в наблюдаемой вселенной нет.

Можно сказать что инверсной материи принадлежит организующая роль в управлении галактиками.

<https://life.ru/p/1646683>

HE 0437-5439 в южном созвездии Золотой Рыбы имеет скорость 723 км/с.

Заключение

Было описано построение траекторий движения и распространения. Это лишь малая часть физики.

К работе не прилагается список литературы по ссылкам из текста, поскольку ни в одном известном источнике, включая полное собрание сочинений А. Эйнштейна, десяти томный труд «Курс теоретической физики» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц, шести томный труд «Фейнмановские лекции по физике», Ричард Фейнман, Роберт Лейтон и Мэттью Сэндс не описаны идеи подобные рассмотренной в этой работе.

Тем не менее, авторы изучили перечисленные и множество других источников за восемь лет работы над идеей. Идея о применении величины релиденс и уравнения релиденсов абсолютно оригинальна и не имеет первоисточников или пересекающихся работ.

Приложения

Таблица параметров орбит

Планета	Большая полуось в метрах	Эксцентриситет	Период обращения
Меркурий	57909227000	0.20563593	87,97
Венера	108208930000	0,0068	224,7
Земля	149598261000	0,0167086	365,3
Марс	227943820000	0,0933941	687
Юпитер	778547200000	0,048775	11 лет 314
Сатурн	1426666414179,9	0,055723219	29 лет 168
Уран	2876679082000	0,044405586	84 года 4
Нептун	4503443661000	0,011214269	164 года 292
Икар	161261000000	0,82684	

Солнце $Z=2953,250$

Таблица результатов вычислений (смещение перигелиев за сто лет)

Планета	Приближённое уравнение Эйнштейна	Наблюдения	Приблизительное уравнение ФИР	Уравнение ФИР	За один оборот (долей оборота)
Меркурий	42,981	$43,1 \pm 0,5$	42,986	42,986	7.9874e-08
Венера	8,6248	$8,4 \pm 4,8$	8,6258	8,6258	4.0940e-08
Земля	3,8388	$5 \pm 1,2$	3,83876	3,83876	2.9620e-08
Марс	1,3509	$1,1 \pm 0,3$	1,3510	1,3510	1.9605e-08
Юпитер	0,06226		0,062375	0,0623746	5.7035e-09
Сатурн	0,013707		0,0137139	0,01371338	3.1147e-09
Уран	0,0023715		0,00238222	0,002382226	1.5430e-09
Нептун	0,00077193		0,000774294	0,000774294	9.8379e-10
Икар	10,056	$9,9 \pm 0,8$	10,05675	10,05675	8.6839e-08

Описание вычислений *Сдвиг перигелия орбиты как результат её вращения.*

Система единиц физических величин VL

V								
5				N Мощность				
4				F Сила	A Работа, энергия			
3		Φ, Н Электр. Ротор и пл. токаоставе syntax error > > > elseif		I Ток	P Импульс	D Действие, момент импульса		
2	D Вектор плотности напряжённости	X Двойной градиент	E, a Градиент релиденса, ускорение	W Линейная плотность	Ψ Количество материи		J Момент инерции	
1			v, ω Частота, угловая скорость	V Скорость	Ω Количество вращения			
0				Безразмерные единицы, угол, ℜ Релиденс	L Протя- жённость	S Площадь	B Объём	
-1					T Продолжи- тельность			
V/L	-3	-2	-1	0	1	2	3	L

Всего две основные единицы измерения, это длина и скорость.

Размерности обозначаются как [V L].

Например размерность импульса P [3 1], а размерность интервала времени T [-1 1].

Согласованные между собой до E-11 значения некоторых постоянных величин

Наименование	Обозначение и значение	Примечание
Постоянная тонкой структуры	$\alpha=7,297352564300E-03$ [0 0]	$\alpha\mu_e\lambda_c C^2 = 2\pi e^2$
	Классический радиус электрона на Волновое число электрона (волновой радиус)	$\alpha = \frac{Z_{qe}}{k}$
Скорость света	$C_0=2,997924580000E+08$ [1 0]	c
Линейная плотность материи Вселенной	$W_0=4,49377589368409E+016$ [2 0]	$W_0 = \frac{C_0^2}{2}$

Количество механической материи электрона	$\mu_e=6,07987597301E-41$ [2 1]	$\mu_e = \frac{z_e C_0^2}{2}$
Количество электрической материи в электроне	$Q_e=1,24089192516E-19$ [2 1] $Q_e=e$	$Q_e = \sqrt{\frac{z_e z_{qe}}{2}} * C_0^2$
Внутренний радиус электрона	$z_e=1,35295486843E-57$ [0 1]	$Z_e = \frac{2\mu_e}{C^2}$
Электрический радиус электрона	$z_{qe}=2,81794032045E-15$ [0 1]	$R_e = \frac{e^2}{\mu_e C^2} = \frac{\alpha \lambda_c}{2\pi}$
Боровский радиус	$a_0=5,29177210547E-11$ [0 1]	
Комптоновская длина волны электрона	$\lambda_c=2,42631023538E-12$ [0 1] $k=3,8615926743526E-13$ [0 1]	$k = \frac{\lambda_c}{2\pi}$ волн. Число (волновой радиус)
Внутренняя частота вращения электрической материи	$v=1,69320305495E+22$ [1 -1]	
Полная энергия покоя электрона	$\mu_e * C^2=5,46432001682E-24$ [4 1]	$A_{0e} = \mu_e C_0^2 = \frac{z_e C_0^4}{2} = \frac{Q_e^2}{z_e}$
Статическая энергия электрона	$Q_e^2/z_e=5,46432001682E-24$ [4 1]	
Статическая энергия электрона	$h * v * \alpha=5,46432001682E-24$ [4 1]	$A_{se} = \frac{A_{0e}}{2} = \frac{\mu_e C_0^2}{2}$
Квант действия	$h=4,42243800082E-44$ [3 2]	$h C \alpha = 2\pi e^2$
Линейная масса нейтрона протона	$Z_n=2,48765596810203E-54$ [0 1] $Z_p=2,48423147746644E-54$ [0 1]	
Скорость света от длины волны кванта		$V^2 = C^2 \left(1 - \frac{2 * h \alpha}{C^3 \lambda^2}\right)$
Планковская длина	$1,45261757346E-18$	$\sqrt{\frac{h}{2\pi C^3}}$
Планковская масса	$\mu_{pl}=1,45261757346E-18$ [2 1] $Z_{pl}=3,23251004907E-35$ [0 1]	$\mu_{pl} = \sqrt{\frac{h C}{2\pi}}$
Отношение массы электрона к заряду $K_{\mu e}$	$z_e/z_{qe}=4,80121902730E-43$ $(2,082804375959E+042)^{-1}$	
Отношение заряда к C^2	$1,380678470083E-36$	e/C^2
Для связи с СИ	$G=6,6743000092E-11$	
Для связи с СИ	$\epsilon_0=8,85418781762E-12$	

Эталон скорости определён самой природой. Но численно он определён в таблице для совместимости результатов вычислений и возможности их сравнения с известными результатами классической физики.

За эталон длины примем $1\,650\,763,73$ длины волны оранжевой линии в спектре изотопа криптона 86Kr в вакууме ($6\,056\text{ \AA}$), как это делалось учёными до 1960 года.

Продолжительность в нашей физике вторична и не может принимать участие в создании первичных эталонов.

Текст программы построения графика угла огибания массы лучом света (для Octave)

```
clear all;

%Dля солнца Z=2950 P=696000000 p/Z=235932,203389831 Z/P=4,23850574712644E-
06

P=696000000;

Z=1;

N=3;

P=(3.*Z./2:0.1:235932);

k=1-2.*P./3./Z;

a=pi.*N.^k+((2.*Z)./(3.*P)).*(1-N.^k);

plot(log10(P),log10(a), 'b');
```


Текст программы построения траектории луча света (для Octave)

%Программа автоматически перебирает значения Z/R в диапазоне от 1,53 до 8,61.

```
clear all;
```

```
%Для солнца Z=2950 P=696000000 p/Z=235932,203389831 Z/P=4,23850574712644E-06
```

```
Z=1;
```

```
P=1.15; % Исходное значение Z для построения серии графиков от P/Z=1,53 до P/Z=8.6153.
```

```
while P<8 % Начало цикла перебора значений P/Z.
```

```
    P=P+P./3
```

```
    Pz=(P./Z);
```

```
    disp('Значение (P./Z)=Pz:');
```

```
    Pz
```

```
    k=1-2.*P./3./Z; %Переходная функция
```

```
    a=pi.*3.^k+((2.*Z)./(3.*P)).*(1-3.^k) % Угол огибания
```

```
    a2=(pi./2).*(-1:0.000001:1); % Основная шкала углов
```

```
    % Радиус
```

```
    R=(((P+Z)).*(1-Z./(P+Z)).^-1)./cos(a2./((1+a))); % Вычисление радиус-вектора траектории
```

```
    Rmin=min(abs(R))
```

```
    Rmax=max(abs(R))
```

```
    RminLog=min(log10(abs(R)))
```

```
    RmaxLog=max(log10(abs(R)))
```

```
    % траектория
```

```
    disp('Показано N оборотов траектории');
```

```
    disp('Далее переход к ветвям');
```

```
    N=pi./(pi-a)./2 % Количество показанных на графике оборотов траектории
```

```
    ;
```

```
    polar(2.*N.*a2, log10(R), 'r'); % Построение графика траектории в полярных координатах
```

```
    pause(0.5) % Пауза для выполнения вычислений
```

```
endwhile
```

```
disp('Масштаб радиуса логарифмический');
```

Программа для визуализации вращения орбит

```
clear all;

e=0.8;

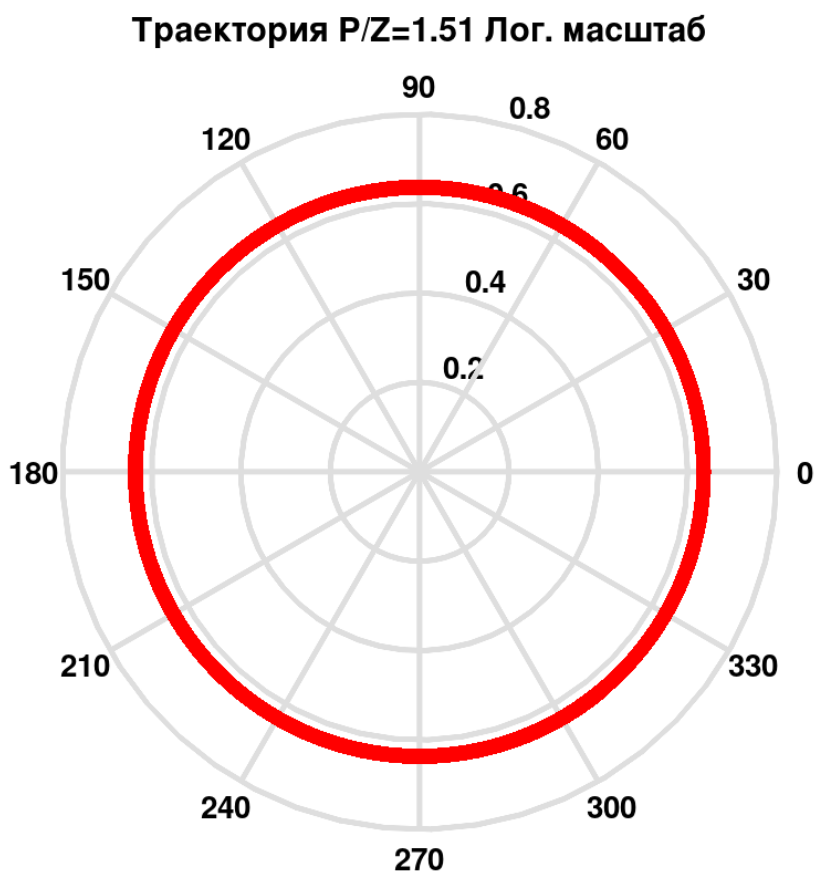
;

Z=1; % линейная масса
disp('Прицельный параметр:');
P=6 % прицельный параметр
%e=input('Введите значение эксцентриситета в командном окне');
disp('Эксцентриситет:');
e % Эксцентриситет
disp('Шкала радиуса линейная:');
    disp('Большая полуось A:');
A=P./(1-e^2)
% угол сдвига в оборотах
dfi=(1-(1-(Z./((P./(1-e^2)).*(1-e.^2))))).^1.5))
N=0;
while dfi.*N<=2-dfi
;
    %a=2.*pi.*(-1 :0.1: 1 );
    a=2.*pi.*(0+N:0.01:1+N);
    R=(P./(1-e.*cos(a.*((1-dfi)))));
    % R=R1-Z;
    %figure(1, 'position',[590,150,600,600]);
    if rem(N,2)==1
        polar((a), (R), 'b');
    else
        polar((a), (R), 'r');
    endif
hold on
pause(0.5)
    N=N+1;
```

```
endwhile  
;  
text(-42,15, 'Эллипсы')  
title('Вращающиеся орбиты');  
h=get(gcf, "currentaxes");  
set(h,"fontweight","bold","linewidth",2)
```

Графики

Приложение к теме *Траектория луча света*



Вычисления на грани возможностей. Учитывается число Пи до 20 знака. На этом уровне возникают погрешности размывающие траекторию. Тем не менее видно, что траектория не выходит во внешнюю область, а заключена под фотонной сферой.

Фотонная сфера не ловушка для луча света. Пересекая фотонную сферу под углом, луч проникнет и ниже. Но там его ждёт натуральная смерть. Скорость света падает с приближением к сфере гравитационного радиуса.

Частота электромагнитного излучения в рамках нашей физики не изменяется с момента возникновения излучения. Частота излучения не меняется при прохождении через гравитационную линзу.

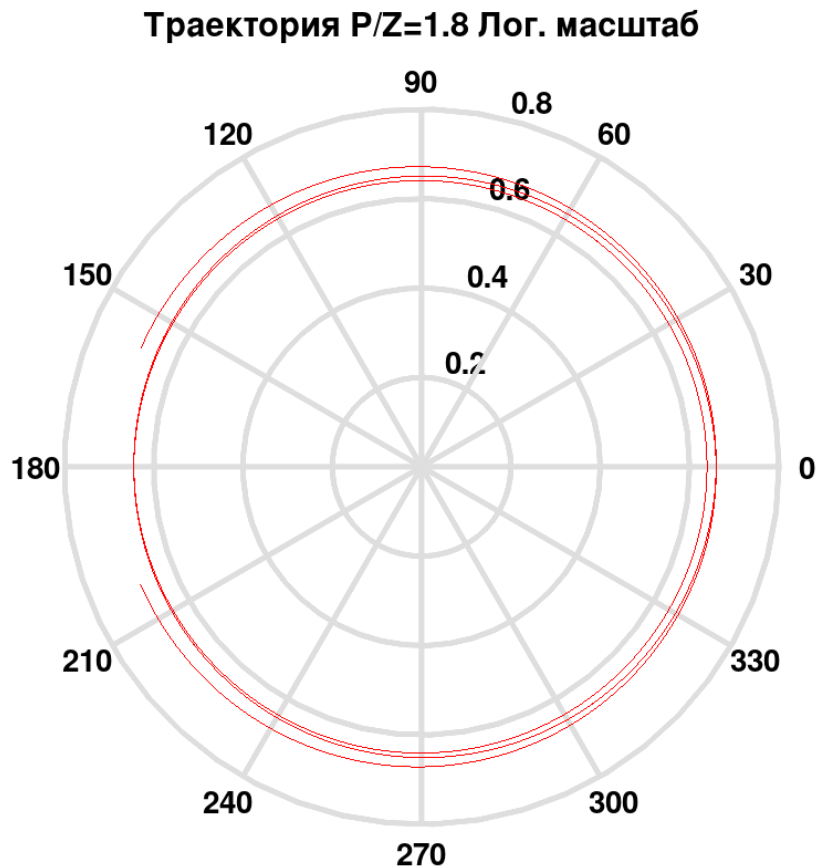
Скорость света снижается с глубиной погружения луча света под фотонную сферу.

Энергия каждого кванта тоже снижается и стремится к нулю. К нулю стремится и величина кванта действия.

$$\mu C^2 = h\nu$$

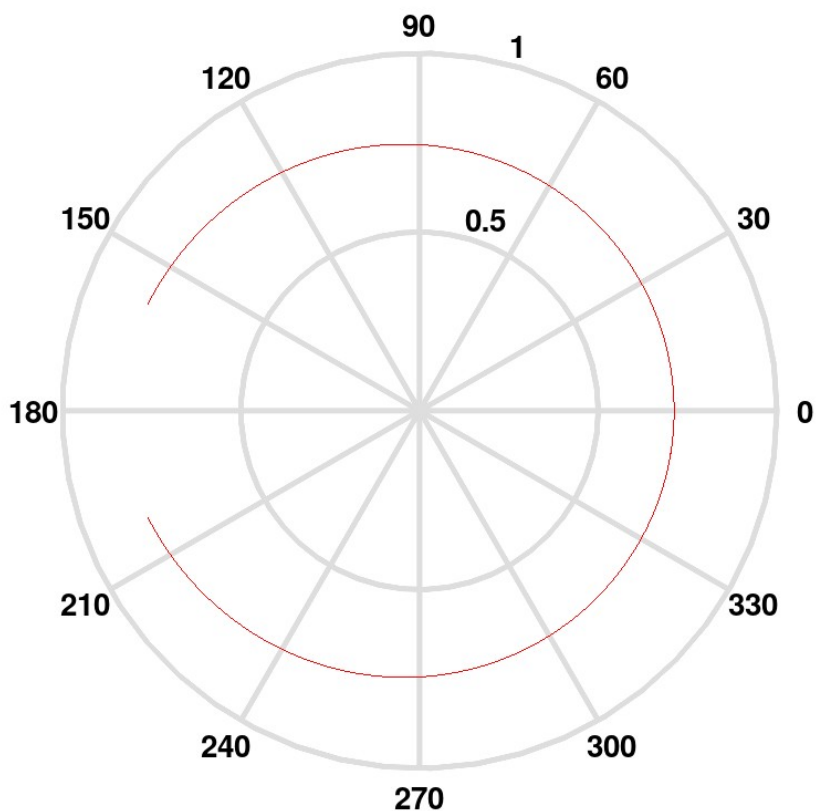
$$\mathfrak{R}_\mu + \mathfrak{R}_{l12} = 1 \quad \mathfrak{R}_\mu = \frac{Z}{R} \Rightarrow 1 \quad \mathfrak{R}_{l12} = \frac{C^2}{C_0^2} \Rightarrow 0$$

Траектории луча под фотонной сферой свиваются в спираль со всё меньшим радиусом. Фотон обязан прекратить своё существование не оставив никакой информации о своей гибели.



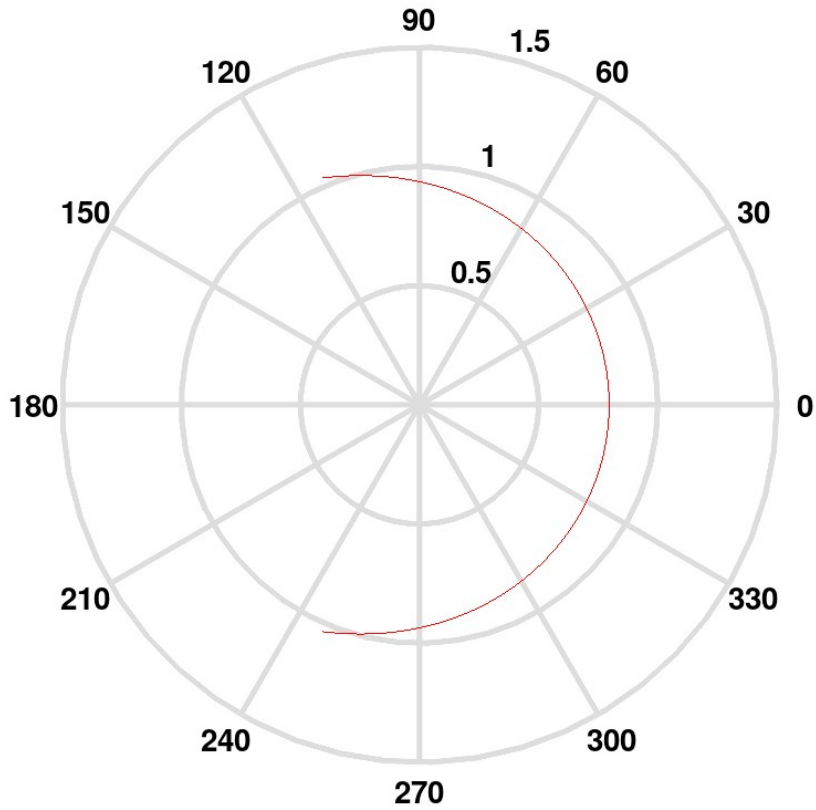
Удаление от фотонной сферы небольшое. Траектория луча света делает несколько витков прежде чем покинуть окрестности центрального объекта.

Траектория $R/Z=2.8$ Лог. масштаб



Удаление достаточно, чтобы траектория луча не делала более одного оборота. Но видно, что продолжение ветвей графика обязательно пересекутся. Для наблюдателя возникнет зрительный эффект не огибания, а выгибания луча вблизи массы.

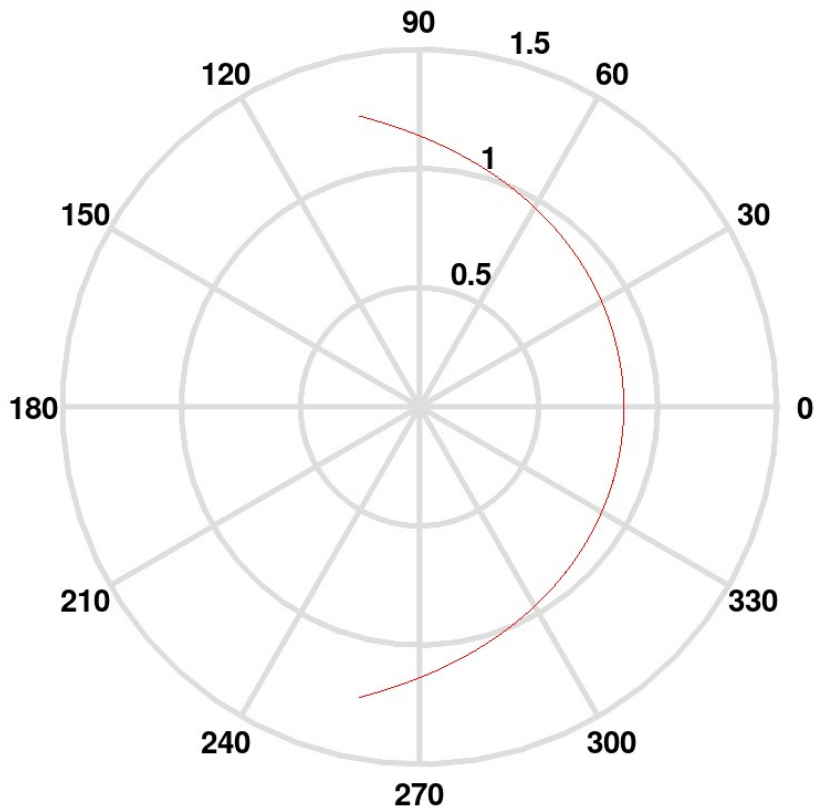
Траектория $R/Z=4$ Лог. масштаб



Луч окончательно разомкнулся. Но наблюдатель при подходящих условиях может видеть объект находящийся у него за спиной. Сопоставить такой образ объекта с реальным объектом проблематично, но теоретически возможно.

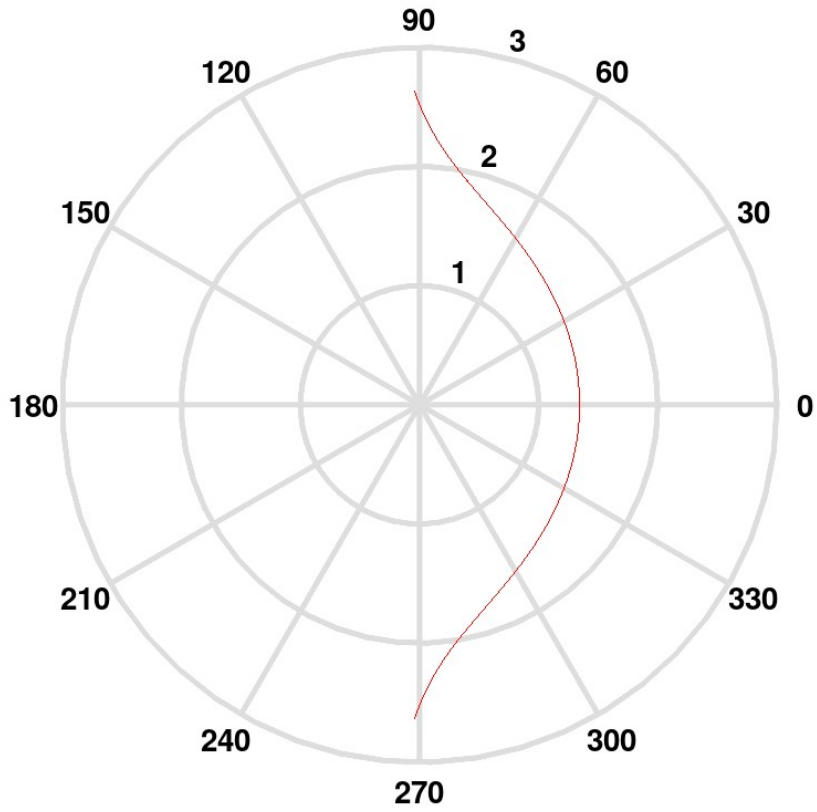
К теме *Траектория луча света*

Траектория $P/Z=5$ Лог. масштаб



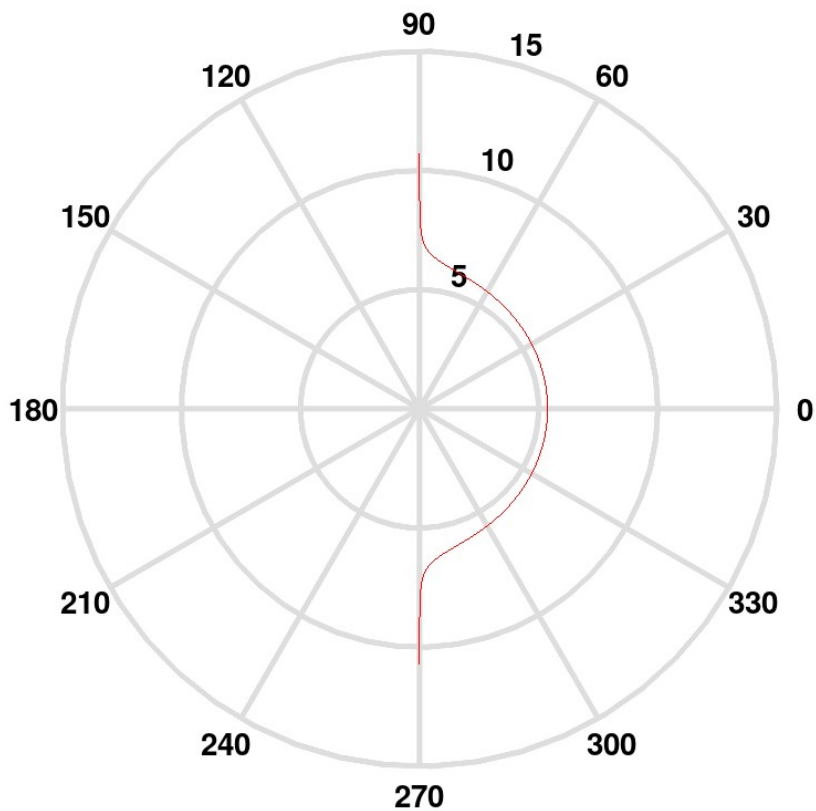
Угол огибания приближается к Π . Это ещё слишком большое отклонение, чтобы достоверно его зафиксировать при астрономических наблюдениях. Но совместно с вариантом $P/Z=4$ при наблюдениях в густо населённых звёздами областях космоса могут наблюдаться эффекты в виде крестов, кругов, ореолов и т.п.

Траектория $P/Z=20$ Лог. масштаб



Угол огибания достаточно близок к Π . Астрономы наблюдают подобные объекты достаточно часто.

Траектория P/Z=235932 Лог. масштаб



Угол огибания почти не отличается от π . Это огибание нашего Солнца лучом света. Измерить такой угол крайне сложно. Погрешность измерений в лучшем случае около 50 процентов.