

Специальная теория относительности может быть опровергнута экспериментально.

С о д е р ж а н и е

1. Что СТО утверждает. Постулат инвариантности.	2
2. Оптические эксперименты и наблюдения, заставившие принять постулат инвариантности скорости света.	3
2.1 Эксперимент Араго.	
2.2 Интерференционный эксперимент Физо с движущейся водой.	
2.3 Эксперимент Майкельсона-Морли.	4
2.4 Де Ситтер.	
2.5 Эффект Доплера.	
2.6 Айвс и Стилуэлл.	
2.7 Звездная aberrация.	
2.8 «Следствия» СТО.	5
2. Электромагнитные эксперименты	
3. Влияние среды на скорость распространения света	5
4. Новое объяснение известных явлений и экспериментов	6
4.1. Эксперимент Араго.	
4.2. Интерференционный эксперимент Физо с движущейся водой	7
4.2.1 Общепринятый расчет интерферометра Физо	9
4.2.2 Изменение частот интерферирующих лучей в интерферометре с движущейся водой	10
4.2.3 Влияние изменения частот интерферирующих лучей на смещение интерференционных полос	13
4.2.4 Смещение δ_λ , обусловленное изменением частоты интерферирующих лучей	15
4.2.5 Результирующее смещение интерференционных полос при полном увлечении света движущейся водой	16
4.3. Эксперимент Майкельсона-Морли	17
4.4 Почему свет от двойных звезд идет с одинаковой скоростью.	17
4.5. Эффект Доплера без инвариантности скорости света	18
4.5.1 Наблюдатель движется относительно среды, источник света неподвижен	19
4.5.2 Источник света движется относительно среды, наблюдатель неподвижен.	
4.5.3 Источник света и наблюдатель движутся относительно среды.	21
4.6. Поперечный эффект Доплера.	22
4.7. Звездная aberrация	24
4.8. О «следствиях» специальной теории относительности	28
4.9. Космологическое красное смещение без инвариантности скорости света	30
5. Как постулат инвариантности скорости света может быть опровергнут экспериментально	33
5.1. Орбитальный эксперимент с интерферометром, движущимся навстречу лучу света	34
5.2. Другие возможные эксперименты	36
5.2.1. Эксперименты с изменением угла преломления	36
5.2.2. Эксперимент с движущимся в воздухе «световым стержнем».	37
5.2.3. Изменение частоты света при взаимодействии с движущимся переизлучателем.	37
5.2.4. Поперечный эффект Доплера.	39
Заключение	40

1. Что СТО утверждает. Постулат инвариантности.

Принцип относительности и постулат инвариантности скорости света лежат в основе специальной теории относительности (СТО)..

В соответствии с принципом относительности любые механические процессы протекают одинаково во всех системах, движущихся без ускорения, то есть во всех инерциальных системах законы механики имеют одинаковую форму. Это означает, что никакими опытами, проводимыми внутри данной инерциальной системы, невозможно определить, в каком направлении и с какой скоростью движется эта система. Однако, как это отмечал еще Галилей, наблюдение за сигналами, внешними по отношению к этой системе, позволяет обнаружить движение данной системы по отношению к другим системам (если вы выйдете на палубу движущегося корабля, говорил Галилей, вы увидите, что ваша инерциальная система, то есть корабль движется относительно берегов).

Эйнштейн, создав специальную теорию относительности, распространил принцип относительности на электромагнитные явления и, прежде всего, на процессы распространения света. Но известные в то время эксперименты, казалось, противоречили принципу относительности. И чтобы согласовать эти эксперименты с принципом относительности, он предложил постулат, в соответствии с которым скорость света получила странное свойство инвариантности.

Что утверждает постулат инвариантности скорости света? Этот постулат утверждает, что скорость света в пустоте во всех инерциальных системах одинаковая, равна $C=299\,792\,458$ м/с и эта скорость в пустоте не зависит ни от движения источника света, ни от движения наблюдателя, измеряющего эту скорость.

То, что скорость света в любых реальных условиях действительно не зависит от движения источника, подтверждается всеми экспериментами и наблюдениями и наиболее убедительное доказательство этому дают наблюдения за двойными звездами.

Однако независимость скорости света от движения наблюдателя не подтверждается ни одним достоверным экспериментом или наблюдением.

Что означает независимость скорости света от движения наблюдателя? Независимость скорости света от движения наблюдателя означает, что неподвижный наблюдатель O_1 и наблюдатель O_2 , движущийся, например, навстречу лучу света, при измерении скорости света получают одинаковое значение скорости. Другими словами, постулат инвариантности утверждает, что в пустоте один и тот же луч света относительно неподвижного наблюдателя идет с такой же скоростью C , как и относительно наблюдателя, движущегося навстречу лучу со сколь угодно большой скоростью V .

Независимость скорости света от движения наблюдателя неизбежно приводит к необходимости радикально изменить представления о пространстве и времени. Это видно из простого примера, обычно рассматриваемого в СТО.

Наблюдатель O_1 и источник света S находятся в центре длинного космического корабля (Рис.1.1). Наблюдатель включает источник S и видит, что свет относительно него идет во всех направлениях с одинаковой скоростью C и достигает точек A и B одновременно. Наблюдатель O_2 движется относительно корабля вправо и в данный момент

находится рядом с наблюдателем O_1 . В соответствии с постулатом инвариантности он полагает, что и относительно него свет также идет во всех направлениях с одинаковой скоростью C . Но так как корабль движется относительно наблюдателя O_2 влево, наблюдатель O_2 утверждает, что в точку В свет приходит раньше, чем в точку А. Таким образом, два события (достижение светом точек А и В), одновременные в одной

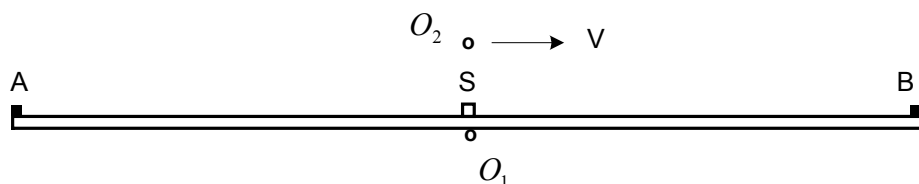


Рис.1.1

инерциальной системе, оказываются неодновременными во всех других инерциальных системах. Подчеркнем, такая необычная ситуация могла бы возникнуть только при условии, что скорость света не зависит от движения наблюдателя.

В результате подобных рассуждений в теории относительности сделан вывод о том, что в движущихся системах сокращается продольная длина тел, увеличивается продольная масса и время течет медленнее (три так называемых «следствия» СТО).

2. Оптические эксперименты и наблюдения, заставившие принять постулат инвариантности скорости света.

В соответствии с господствовавшей в 19 веке гипотезой светового эфира скорость света не должна была зависеть от движения источника света, но она должна была зависеть от движения наблюдателя, то есть движущийся относительно эфира наблюдатель должен был зафиксировать скорость, отличную от C .

2.1. В 1810-1813 г.г. Д. Араго проводит серию экспериментов с целью обнаружить влияние движения наблюдателя на скорость, с которой луч света встречается с его измерительными приборами. Двигаясь вместе с Землей с орбитальной скоростью $V=29,9$ км/с, он сначала наблюдает в телескоп звезду, в сторону которой в данный момент Земля движется по орбите, и затем звезду, от которой в данный момент Земля удаляется, и пытается обнаружить изменение фокусного расстояния в телескопе, полагая, что в первом случае свет звезды встречается с объективом телескопа со скоростью $(C+V)$, а во втором со скоростью $(C-V)$. Аналогичные эксперименты Араго проводит и с призмой, пытаясь обнаружить изменение показателя преломления призмы при изменении скорости света от $(C+V)$ до $(C-V)$. Д. Араго вместе с Землей двигался с большой скоростью и наблюдал внешние по отношению к Земле световые сигналы, однако он не обнаружил ни изменения фокусного расстояния, ни изменения показателя преломления. Поэтому принято считать, что эксперименты Араго доказывают, что скорость света не зависит от движения наблюдателя.

2.2. Интерферометрический эксперимент с движущейся водой, выполненный Физо в 1851 году, и подобные ему последующие эксперименты с движением прозрачных тел рассматриваются в СТО как подтверждение постулата инвариантности. В этих экспериментах смещение интерференционных полос получалось меньше того, которое ожидали увидеть при

полном увлечении света движущейся средой. Считается, что эти эксперименты доказывают невозможность заставить свет двигаться относительно интерферометра со скоростью $C_1 > C$, то есть подтверждают основное положение СТО о том, что скорость C является предельно возможной скоростью. Результат эксперимента Физо оказал большое влияние на объяснение результатов многих других явлений и экспериментов с движением источника света и наблюдателя.

2.3. В интерферометрическом эксперименте Майкельсона-Морли (1886) ставилась задача обнаружить движение Земли относительно гипотетического светоносного эфира. Источник света и наблюдатель двигались с одинаковой скоростью $V=29,9$ км/с, равной орбитальной скорости Земли, то есть в этом эксперименте наблюдались не внешние световые сигналы, а свет источника, который был неподвижен относительно наблюдателя и его инерциальной системы, движущейся со скоростью V относительно эфира. Этот эксперимент высокой точностью доказал ошибочность гипотезы светоносного эфира, так как никакого влияния скорости V на скорость, с которой свет двигался относительно интерферометра, обнаружено не было. Несмотря на то, что гипотеза эфира была отброшена, специальная теория относительности эксперимент Майкельсона-Морли рассматривает как подтверждение постулата инвариантности скорости света.

2.4. Позже, уже после опубликования первых работ по СТО появилось новое, пожалуй, самое сильное подтверждение постулата инвариантности, когда в **1911-1913 г.г. Де Ситтер** показал, что наблюдения за двойными звездными системами доказывают, что скорость света звезд не зависит от их скоростей движения и свет от всех звезд идет к Земле с одинаковой скоростью. В то время, когда гипотеза светоносного эфира уже была отброшена, невозможно было представить, что в абсолютной пустоте межзвездного пространства скорость света не зависит от движения источника света. Но наблюдения за двойными звездами убедительно доказали, что скорость света не зависит от движения источника. А так как в специальной теории относительности в соответствии с первым постулатом движение наблюдателя считается эквивалентным движению источника света, делается вывод, что скорость света не зависит и от движения наблюдателя.

2.5. В соответствии с **эффектом Доплера** движущийся со скоростью V наблюдатель видит увеличенную частоту, когда он приближается к источнику света, или уменьшенную частоту, когда удаляется от источника. Однако при скоростях V , значительно меньших чем C , частота изменяется практически так же, если с той же скоростью V движется источник света, и поэтому при относительно малых скоростях эффект Доплера не позволяет отличить движение источника от движения наблюдателя.

2.6. В **1938 году Айвс и Стилуэлл** экспериментально обнаружили **поперечный Доплер эффект**. Принято считать, что поперечный эффект Доплера возникает в результате замедления времени, то есть является релятивистским эффектом. Эксперименты Айвса и Стилуэлла и подобные им современные лазерные эксперименты рассматриваются как подтверждение эффекта замедления времени в движущихся системах.

2.7. Еще в 1727 году Бродлей обнаружил явление **звездной аберрации**. Это явление

заключается в том, что видимые положения звезд смещаются в направлении движения наблюдателя и поэтому движущийся наблюдатель видит звезды не в истинном, а в смещенном положении. Явление звездной абберации очевидно противоречит специальной теории относительности, так как абберация возникает только при движении наблюдателя, но отсутствует при движении источника света.

2.8. Принято считать, что целый ряд экспериментов подтверждает два из трех основных «следствий» СТО - замедление времени и возрастание массы при увеличении скорости движения. Эти эксперименты рассматриваются как подтверждение справедливости СТО. Эксперименты, подтверждающие третье «следствие» СТО - сокращение продольной длины движущихся тел, никогда не проводились.

2.9. С целью подтверждения СТО выполнено большое количество различных **электромагнитных экспериментов**, но все эти эксперименты проводились с целью проверки принципа относительности. К постулату инвариантности скорости света эти эксперименты никакого отношения не имеют.

3. Влияние среды на скорость распространения света.

В 19 веке полагали, что свет может распространяться только в эфире, так как в соответствии с господствовавшей тогда волновой теорией он не может распространяться в абсолютной пустоте. Гипотезу светоносного эфира хорошо подтверждало явление звездной абберации. С помощью эфирной гипотезы Френелю удалось объяснить странный результат интерференционного опыта Физо с увлечением света движущейся водой. Однако с гипотезой эфира не согласовывались результаты опытов Араго. Затем эксперимент Майкельсона-Морли убедительно доказал, что эфира вообще нет, и гипотеза эфира была забыта, но появились новые странные гипотезы, которые потом легли в основу специальной теории относительности. Свет получил странное свойство инвариантности.

Уже в 20 веке инвариантность скорости света получила сильное подтверждение, когда Де Ситтер показал, что скорость света не зависит от движения двойных звезд. Так как в то время думали, что пространство между Землей и звездами является абсолютной пустотой, этот новый факт стали рассматривать как доказательство независимости скорости света от движения источника в абсолютной пустоте. Тот факт, что скорость света в абсолютной пустоте не зависела от движения источника, заставил поверить, что скорость света не зависела также и от движения наблюдателя, так как в абсолютном вакууме движение наблюдателя, в соответствии с принципом относительности, должно быть эквивалентно движению источника света. В последующие годы регулярно проводились эксперименты, подобные эксперименту Майкельсона-Морли, и различные эксперименты с движением источников света, но не было проведено ни одного эксперимента с движением наблюдателя.

Согласно современным представлениям, свету не требуется эфир для распространения. Свет может распространяться в абсолютной пустоте или в прозрачной среде.

Хорошо известно, что скорость света относительно любой прозрачной среды определяется только показателем преломления n этой среды. Поэтому скорость света в среде не зависит от той скорости, с которой свет входит в данную среду. Например, в воздухе свет распространяется во всех направлениях с одинаковой скоростью C/n_B . Когда свет входит в

неподвижную стеклянную пластинку, его скорость мгновенно изменяется от C/n_B до $C/n_C < C/n_B$ (n_B и n_C – показатели преломления воздуха и стекла). Выходя из стеклянной пластинки, свет так же мгновенно увеличивает свою скорость и в воздухе снова идет со скоростью C/n_B . Скорость света может изменяться так только в случае, если свет в среде распространяется следующим образом.

В момент, когда фотон встречается с одним из атомов среды, электрон атома начинает его поглощать. На время поглощения τ скорость фотона относительно атома становится равной нулю, а затем фотон вновь излучается в том же направлении со скоростью C относительно этого атома. Переизлученный фотон движется до встречи со следующим переизлучающим атомом и снова переизлучается. Таким образом, в среде фотон движется прерывисто. Его скорость относительно среды равна нулю в течение времени переизлучения и равна C , когда фотон движется между переизлучающими атомами. Результирующая скорость определяется длительностью задержек в моменты переизлучений и количеством переизлучений. В газообразной среде при уменьшении плотности среды скорость света увеличивается, и в наиболее разреженной среде скорость становится практически равной C .

Скорость света относительно газообразной среды определяется только показателем преломления этой среды и поэтому не зависит от движения источника. Фотоны, излученные движущимся со скоростью V источником, сначала идут во всех направлениях с одинаковой относительно источника скоростью C . До переизлучения атомами среды они движутся относительно среды с начальными скоростями $(\vec{C} + \vec{V})$, то есть в различных направлениях фотоны идут с разными скоростями. Расстояния, которые фотоны до переизлучения проходят с начальными скоростями $(\vec{C} + \vec{V})$, определяются плотностью газообразной среды. Но после переизлучения атомами среды фотоны идут во всех направлениях с одинаковой относительно среды скоростью C/n_{CP} , не зависящей от скорости V . неподвижный относительно среды наблюдатель может определить, что источник света движется, только по абберации и по доплеровскому изменению частоты.

4. Новое объяснение известных явлений и экспериментов.

Все известные явления и эксперименты, связанные с распространением света, могут быть просто объяснены без постулата инвариантности, если в каждом случае учесть влияние, которое среда оказывает на скорость света. Ниже рассмотрены основные реальные ситуации и известные явления, связанные с распространением света при движении источника и наблюдателя.

4.1. Эксперимент Араго.

В 1813-1815 г.г. Араго пытался обнаружить влияние орбитального движения Земли на скорость, с которой свет звезд встречается с его приборами. Насколько нам известно, этот эксперимент был единственной попыткой проверить, как движение наблюдателя влияет на скорость света. Араго хотел сравнить скорость света, идущего от звезды, в сторону которой Земля движется в данный момент, со скоростью света, идущего от звезды, от которой Земля в данный момент удаляется. Его попытки не имели успеха. Теория относительности

рассматривает эксперимент Араго как доказательство независимости скорости света от движения наблюдателя.

Отрицательный результат экспериментов Араго объясняется очень просто, если учесть влияние на скорость света атмосферы Земли (Рис.4.1).

Относительно межзвездного пространства свет от звезд Z_1 и Z_2 идет со скоростью C . Земля с наблюдателем H в данный момент со скоростью V движется в сторону звезды Z_1 , и поэтому свет, идущий от этой звезды, за пределами земной атмосферы относительно Земли идет со скоростью $(C+V)$.

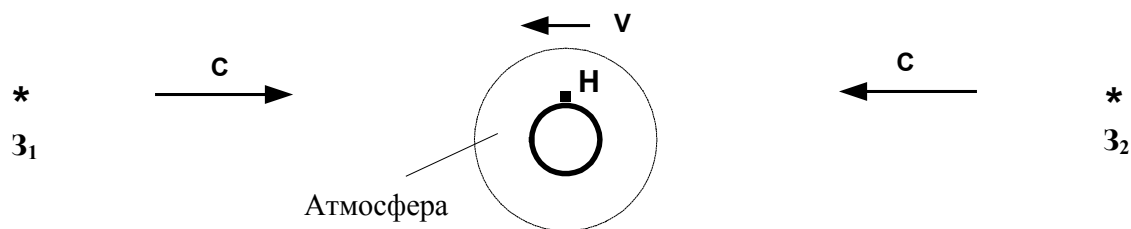


Рис. 4.1

Но как только свет входит в атмосферу Земли, он изменяет свою скорость. Входя в атмосферу со скоростью $(C+V)$, свет звезды в атмосфере переизлучается и идет со скоростью C/n_B , то есть в атмосфере он идет с такой же скоростью, как и свет, испущенный любым другим источником на Земле. Аналогично, свет звезды Z_2 , входя в атмосферу со скоростью $(C-V)$, изменяет скорость и тоже идет относительно атмосферы с такой же скоростью C/n_B . Свет обеих звезд входил в измерительные приборы Араго с одинаковой скоростью C/n_B , то есть Араго имел дело не с реальными скоростями $(C+V)$ и $(C-V)$, а с измененной скоростью C/n_B . В скорости C/n_B , с которой свет встречался с приборами на поверхности Земли, информация о скорости V полностью отсутствует, и поэтому Араго в принципе не мог обнаружить влияния движения Земли на скорость света. Информация о том, что свет до входа в атмосферу имеет относительно Земли скорость $(C+V)$ или $(C-V)$, содержится только в частотах: из-за эффекта Доплера частота света, приходящего от звезды Z_1 , оказывается больше, чем частота света, приходящего от звезды Z_2 .

В этом эксперименте наблюдатель был неподвижен относительно среды, в которой распространялся свет, то есть наблюдатель на самом деле не двигался относительно лучей света. Поэтому отрицательный результат экспериментов Араго не может рассматриваться как доказательство того, что скорость света не зависит от движения наблюдателя.

4.2. Интерференционный эксперимент Физо с движущейся водой.

В 1851 году Физо провел интерферометрический эксперимент по проверке увлечения света движущейся водой и получил неожиданный результат: смещение полос оказалось меньше расчетного. При скорости движения воды V смещение δ получалось таким, как если бы скорость света относительно интерферометра изменялась не на V , а лишь только на $V(1-1/n^2)$. Принято считать, что этот эксперимент доказывает, что движущаяся со скоростью V среда лишь частично увлекает свет и изменяет его скорость меньше, чем на V .

Интерференционный эксперимент Физо с движущейся водой является одним из основных экспериментов, подтверждающих специальную теорию относительности.

В этом эксперименте смещение интерференционных полос всегда оказывается меньше, чем это предполагали, и поэтому делается вывод, что свет относительно интерферометра движется не со скоростью $(C/n \pm V)$, которая соответствует полному увлечению света, а лишь только со скоростью

$$C_1 = C/n \pm V(1 - 1/n^2), \quad (4-1)$$

где C - скорость света в пустоте, n - показатель преломления движущейся среды.

Во всех экспериментах по увлечению света интерферирующие лучи 1 и 2 пропускаются через движущуюся среду во встречных направлениях и скорость света определяется по смещению полос. И всегда предполагается, что смещение полос в интерферометре пропорционально изменению скорости света и что это смещение зависит только от скорости света относительно интерферометра.

Физо допустил ошибку, предположив, что в его интерферометре с движущейся водой должно возникать смещение полос δ_V , величина которого определяется – как и в обычных интерферометрах - только разностью времен t_1 и t_2 , в течение которых лучи проходят расстояние L в движущейся воде. Ниже показано, что в этом интерферометре на самом деле свет полностью увлекается движущейся водой и лучи изменяют свои скорости от $\frac{C}{n}$ до

$\left(\frac{C}{n} + V\right)$ и $\left(\frac{C}{n} - V\right)$. Каждый фотон луча 1 расстояние L в движущейся воде проходит за время $t_1 = \frac{L}{\frac{C}{n} + V}$ и каждый фотон луча 2 проходит это же расстояние за время $t_2 = \frac{L}{\frac{C}{n} - V}$.

Но несмотря на то, что фотоны движутся со скоростями $\left(\frac{C}{n} + V\right)$ и $\left(\frac{C}{n} - V\right)$, в интерферометре с движущейся водой интерференционные полосы должны смещаться не на δ_V , а на $\delta = \delta_V \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$, меньшее чем δ_V . Наш анализ интерферометра с движущейся водой показывает, что:

- кроме основного смещения δ_V в интерферометре с движущейся водой возникает дополнительное смещение δ_λ , направленное против смещения δ_V , и поэтому результирующее смещение $\delta = \delta_V - \delta_\lambda$ оказывается меньше, чем δ_V ,
- дополнительное смещение δ_λ возникает из-за того, что интерферирующие лучи расстояние L проходят с разными частотами,
- смещение δ_λ является погрешностью измерения, методической погрешностью эксперимента Физо.

Смещение δ_λ возникает из-за изменения частот интерферирующих лучей, но оно не связано с дисперсией света. Это смещение возникает из-за того, что фаза колебаний у фотонов с частотой $\nu_1 < \nu_2$ в одном луче изменяется медленнее, чем фаза колебаний у фотонов с частотой $\nu_2 > \nu_1$ в другом луче, когда фотоны проходят расстояние L в

интерферометре, и поэтому фотоны приходят к выходу из движущейся воды с дополнительным смещением по фазе.

Определим сначала смещение интерференционных полос по разности времен $\Delta t = (t_2 - t_1)$, как это делают в общепринятом расчете, а затем определим дополнительное смещение δ_λ , возникающее в интерферометре из-за изменения частот интерферирующих лучей.

4.2.1. Общепринятый расчет интерферометра Физо.

В интерферометре Физо (Рис.4.2) когерентные лучи 1 и 2 проходят во встречных направлениях одно и то же расстояние L в трубе с водой.

Когда вода неподвижна, лучи идут в воде с одинаковой скоростью $\frac{C}{n}$, расстояние L проходят за одинаковое время $t_0 = \frac{Ln}{C}$ и интерференционные полосы находятся в некотором начальном положении «а».

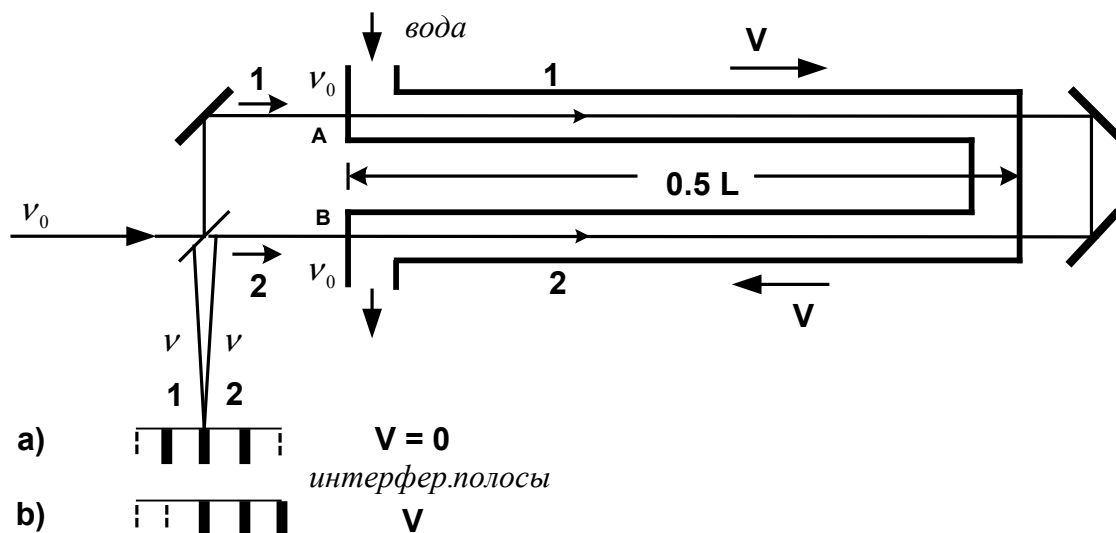


Рис.4.2

Когда вода в трубе движется со скоростью V , луч 1 идет со скоростью $\left(\frac{C}{n} + V\right)$ и расстояние L проходит за время $t_1 = \frac{L}{\frac{C}{n} + V} < t_0$, а луч 2 идет со скоростью $\left(\frac{C}{n} - V\right)$ и расстояние L проходит за время $t_2 = \frac{L}{\frac{C}{n} - V} > t_0$. В результате возникает разность хода

$C(t_2 - t_1) = C\Delta t$ и при длине волны света λ_0 полосы смещаются на $\delta_V = \frac{C\Delta t}{\lambda_0}$ (положение «b»):

$$\delta_v = \frac{2LVC}{\lambda_0 \left(\frac{C}{n} + V \right) \left(\frac{C}{n} - V \right)}, \quad (4-2)$$

то есть в общепринятом расчете предполагается, что при неизменных L , n и λ_0 смещение полос в интерферометре зависит только от скоростей, с которыми движутся волновые фронты интерферирующих лучей 1 и 2, и не зависит от изменения частот лучей.

Ниже показано, что изменение частот интерферирующих лучей существенно влияет на величину смещения полос в интерферометре и поэтому выражение (4-2), выведенное без учета этого изменения частот, является ошибочным. Это выражение дает смещение δ_v , большее чем действительное смещение δ , наблюдаемое в экспериментах. Смещение интерференционных полос δ при полном увлечении света движущейся водой с учетом изменения частот определяется не выражением (4-2), а, как показано ниже, выражением

$$\delta = \frac{2LVC}{\lambda_0 \left(\frac{C}{n} + V \right) \left(\frac{C}{n} - V \right)} \left(1 - \frac{1}{n^2} \right),$$

результатам экспериментов.

4.2.2. Изменение частот интерферирующих лучей в интерферометре с движущейся водой.

В общепринятом расчете предполагается, что при полном увлечении света интерферирующие лучи, входя в движущуюся воду, изменяют свои скорости и движутся со скоростями $\left(\frac{C}{n} + V \right)$ и $\left(\frac{C}{n} - V \right)$, но их частота не изменяется и остается равной ν_0 . То есть выражение (2) выведено при условии, что волновые фронты входят в движущуюся воду с интервалами T_0 и в воде идут с такими же интервалами T_0 , подобно тому как это происходит в том случае, когда в движущуюся воду входят, например, звуковые колебания.

Двигаясь со скоростью $\left(\frac{C}{n} + V \right)$, волновые фронты луча 1 за каждый промежуток времени

T_0 проходят относительно интерферометра расстояния $\left(\frac{C}{n} + V \right) T_0 = \frac{\lambda_0}{n} + VT_0$, большие чем

расстояния $\left(\frac{C}{n} - V \right) T_0 = \frac{\lambda_0}{n} - VT_0$, которые за тот же промежуток времени T_0 со скоростью

$\left(\frac{C}{n} - V \right)$ проходят волновые фронты луча 2, то есть за каждый промежуток времени T_0

каждый волновой фронт луча 1 смещается на $2VT_0$ в сторону опережения относительно соответствующего волнового фронта луча 2. В результате этого на длине L накапливается смещение δ_v , определяемое выражением (4-2).

Однако так, как это предполагается при выводе выражения (2), волновые фронты в интерферометре идти не могут по следующей причине.

Если в луче 1 волновые фронты относительно интерферометра идут со скоростью $\left(\frac{C}{n} + V\right)$ и расстояния между ними равны $\left(\frac{\lambda_0}{n} + VT_0\right)$, частота света относительно интерферометра оказывается равной ν_0 . Но относительно воды волновые фронты идут со скоростью $\frac{C}{n}$, и поэтому воображаемый наблюдатель, движущийся вместе с водой, увидит, что в луче 1 свет имеет частоту $\nu_1' = \frac{C}{n\left(\frac{\lambda_0}{n} + VT_0\right)} = f_1(V, n)$, а в луче 2 частоту

$\nu_2' = \frac{C}{n\left(\frac{\lambda_0}{n} - VT_0\right)} = f_2(V, n)$, то есть увидит, что частота света относительно воды зависит

не только от скорости V , с которой движется вода, но еще зависит и от показателя преломления воды n . Но это очевидно противоречит опыту, так как известно, что частота света в среде не зависит от показателя преломления этой среды.

Предположение о том, что свет подобно звуковым волнам при входе в движущуюся воду не изменяет частоту, ошибочно. Поэтому выражение (4-2), полученное при условии, что изменение частот интерферирующих лучей не влияет на смещение полос в интерферометре, также ошибочно и дает значения смещений, существенно отличающиеся от экспериментальных значений.

На самом деле в интерферометре с движущейся водой свет, входя в движущуюся воду, изменяет свою частоту подобно тому, как он изменяет частоту, когда входит, например, в движущийся стеклянный стержень. Процесс распространения света в прозрачном веществе и взаимодействие света с движущимся веществом мы представляем себе следующим образом.

Когда свет с частотой ν_0 и длиной волны $\lambda_0 = \frac{C}{\nu_0}$ входит из воздуха в неподвижный стеклянный стержень, фотоны изменяют скорость движения и относительно стекла идут со скоростью $\frac{C}{n_{ст}}$. За каждый промежуток времени $T_0 = \frac{1}{\nu_0}$ (период колебаний) каждый

фотон проходит в стекле расстояние $\frac{C}{n_{ст}}T_0$, то есть идет с длиной волны $\frac{\lambda_0}{n_{ст}}$. В стекле

движение фотонов носит прерывистый характер. Каждый фотон периодически встречается с переизлучающим атомом стекла, поглощается им и после некоторой задержки вновь излучается со скоростью C в том же направлении. Со скоростью C относительно переизлучившего атома фотон движется до следующего переизлучающего атома.

Результирующая скорость движения фотона $\frac{C}{n_{ст}}$ определяется длительностью задержек в

процессе переизлучения и количеством переключений. Из стекла фотон выходит со скоростью C относительно стекла.

Когда свет с частотой ν_0 и длиной волны $\lambda_0 = \frac{C}{\nu_0}$ входит из воздуха в стеклянный стержень, движущийся в направлении луча со скоростью V , фотоны входят в стекло со скоростью $(C-V)$ и с интервалами $T_1 = \frac{\lambda_0}{C-V} > T_0$, то есть свет в соответствии с эффектом Доплера изменяет свою частоту и в стекле идет с частотой $\nu_1 = \frac{1}{T_1} = \nu_0(1 - \frac{V}{C})$, меньшей чем ν_0 . Если пренебречь дисперсией, относительно стекла свет идет со скоростью $\frac{C}{n_{ст}}$.

Из стекла фотоны выходят со скоростью C относительно стекла и с длиной волны $\lambda_1 = \frac{C}{\nu_1} = \frac{C}{\nu_0(1 - \frac{V}{C})}$. Так как стеклянный стержень движется со скоростью V ,

относительно неподвижного воздуха фотоны движутся со скоростью $(C+V)$ и поэтому их частота относительно воздуха равна $\nu = \frac{C+V}{\lambda_1} = (C+V) \frac{\nu_0(1 - \frac{V}{C})}{C} = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$. В воздухе

фотоны переизлучаются атомами воздуха и затем идут с частотой $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2}) < \nu_0$ и со скоростью $\frac{C}{n_B}$, практически равной C , то есть наблюдатель, неподвижный относительно

воздуха, видит частоту $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2}) < \nu_0$. Таким образом, в результате взаимодействия света с движущимся переизлучателем частота света уменьшается, причем частота уменьшается как в случае, когда переизлучатель удаляется от источника света, так и в случае, когда он приближается к источнику. Уменьшение частоты при взаимодействии света с движущимся переизлучателем явно противоречит специальной теории относительности, но в настоящее время этот эффект может быть проверен в довольно простом лазерном эксперименте при скоростях движения стеклянного переизлучателя порядка 200 км в час (раздел 5.2.3).

В интерферометре Физо в момент входа в движущуюся воду луч 1 уменьшает частоту от ν_0 до $\nu_1 = \nu_0(1 - \frac{V}{C})$, а луч 2 увеличивает частоту до $\nu_2 = \nu_0(1 + \frac{V}{C})$, и с такими частотами лучи проходят расстояние L в воде. В момент, когда лучи выходят из движущейся воды, частота света в луче 1 изменяется в $(1 + \frac{V}{C})$ раз и становится равной $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$, а частота света в луче 2 соответственно изменяется в $(1 - \frac{V}{C})$ раз и также

становится равной $\nu = \nu_0 \left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)$. Оба луча выходят из воды с одинаковой частотой $\nu = \nu_0 \left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right) < \nu_0$ и поэтому интерференционная картина на экране получается неподвижной. Таким образом, в интерферометре Физо лучи 1 и 2 входят в движущуюся воду с одинаковой частотой ν_0 , расстояние в воде проходят с разными частотами ν_1 и ν_2 и затем выходят из воды и интерферируют с одинаковой частотой ν .

4.2.3. Влияние изменения частот интерферирующих лучей на смещение интерференционных полос.

В интерферометре с движущейся водой фотоны луча 1 движутся со скоростью $\left(\frac{C}{n} + V\right)$, а фотоны луча 2 движутся со скоростью $\left(\frac{C}{n} - V\right)$. Расстояние L они проходят за разные времена t_1 и t_2 . В соответствии с выражением (4-2) возникает фазовый сдвиг и интерференционные полосы должны сместиться на δ_ν . Но из-за того что лучи расстояние в воде проходят с разными частотами ν_1 и ν_2 , появляется дополнительный фазовый сдвиг, результирующее смещение уменьшается на δ_λ и поэтому интерференционные полосы смещаются не на δ_ν , а на $\delta = \delta_\nu - \delta_\lambda$, меньшее чем δ_ν . Дополнительный фазовый сдвиг появляется следующим образом.

Фотоны луча 1 расстояние L проходят за время $t_1 = \frac{L}{\frac{C}{n} + V}$. За это время t_1

относительно воды они со скоростью $\frac{C}{n}$ проходят расстояние $L_1 = \frac{C}{n} t_1 < L$.

Фотоны луча 2 расстояние L проходят за время $t_2 = \frac{L}{\frac{C}{n} - V}$. За это время t_2

относительно воды они со скоростью $\frac{C}{n}$ проходят расстояние $L_2 = \frac{C}{n} t_2 > L$.

Вместо реальной схемы, в которой лучи проходят с разными скоростями $\left(\frac{C}{n} + V\right)$ и $\left(\frac{C}{n} - V\right)$ одинаковое расстояние L в движущейся воде, в соответствии с выражением (2) можно рассматривать эквивалентную схему (Рис.4.3), в которой лучи 1 и 2 идут с одинаковой скоростью $\frac{C}{n}$ в неподвижной воде, но трубы имеют разные длины L_1 и L_2 .

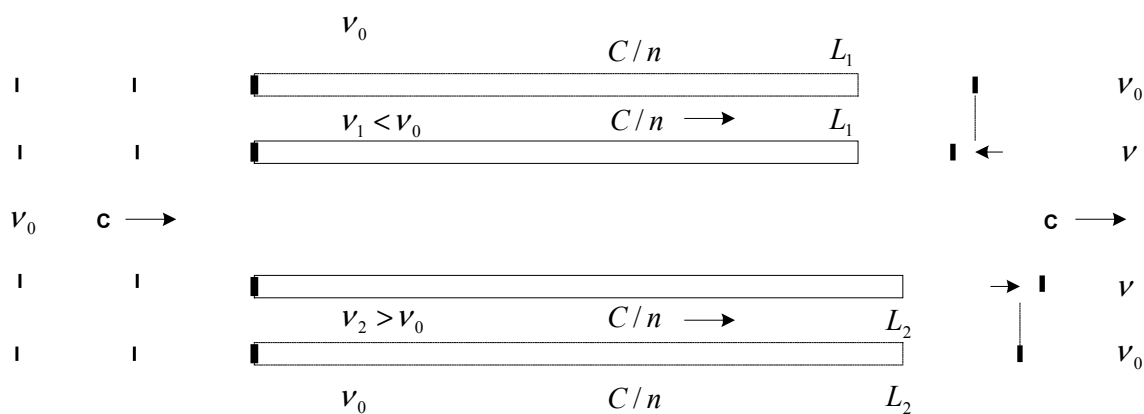


Рис.4.3

Однако эта схема эквивалентна реальной схеме только в том случае, если лучи проходят расстояния L_1 и L_2 с одинаковой частотой. Смещение полос оказывается равным δ_V только в случае, если лучи, входя в движущуюся воду, не изменяют свои частоты. Если же лучи проходят расстояния L_1 и L_2 с разными частотами ν_1 и ν_2 , возникает дополнительный фазовый сдвиг и смещение полос изменяется.

На Рис.4.3 над трубой 1, в которой фотоны идут с частотой $\nu_1 < \nu_0$, пунктиром изображена труба такой же длины L_1 , в которой фотоны идут с такой же скоростью $\frac{C}{n}$, но имеют частоту ν_0 . В обе трубы входят фотоны, имеющие частоту ν_0 . Пусть в некоторый момент времени на входе в трубы фотоны совпадают по фазе, то есть, в терминах волновой оптики, волновые фронты лучей входят в обе трубы одновременно. После переизлучения атомами воды в верхней трубе возникают фотоны частоты ν_0 , а в трубе 1 возникают фотоны, имеющие частоту $\nu_1 < \nu_0$. Эти фотоны движутся в трубах с одинаковой скоростью $\frac{C}{n}$ и через время $t_1 = \frac{L_1 n}{C}$ одновременно выходят из воды. В воздухе фотоны, вышедшие из верхней трубы, идут с частотой ν_0 , а фотоны, вышедшие из трубы 1, как было показано выше, после переизлучения атомами воздуха имеют частоту $\nu < \nu_0$.

Хотя фотоны проходят расстояние L_1 с одинаковой скоростью и приходят к выходам из труб одновременно, фазы их колебаний не совпадают. Период колебаний у фотонов,

идуших в трубе 1, равен $T_1 = \frac{1}{\nu_1}$. За время t_1 , пока они проходят расстояние L_1 , их фаза колебаний изменяется на $\varphi_1 = 2\pi\nu_1 t_1$. Но за это же время t_1 фаза колебаний у фотонов с частотой ν_0 изменяется на $\varphi_0 = 2\pi\nu_0 t_1 > 2\pi\nu_1 t_1$, то есть к выходу из воды фотоны в трубе 1 приходят с запаздыванием по фазе колебаний на $\varphi_0 - \varphi_1$.

Аналогичное смещение по фазе происходит и в луче 2. Но так как частота ν_2 луча 2 больше, чем частота ν_0 , за время t_2 , пока фотоны проходят расстояние L_2 , фаза колебаний $\varphi_2 = 2\pi\nu_2 t_2$ у фотонов этого луча изменяется больше, чем у фотонов с частотой ν_0 , идущих в трубе такой же длины L_2 (на Рис.4.3 показана пунктиром под трубой 2). То есть к выходу из воды фотоны в трубе 2 приходят с опережением по фазе колебаний на $\varphi_2 - \varphi_0$.

Дополнительное запаздывание по фазе колебаний у фотонов луча 1 и опережение по фазе колебаний у фотонов луча 2, возникающие из-за изменения частот, приводят к уменьшению смещения полос в интерферометре Физо на δ_λ и поэтому результирующее смещение δ оказывается меньше, чем δ_V , определяемое выражением (4-2).

4.2.4. Смещение δ_λ , обусловленное изменением частоты интерферирующих лучей

Когда в интерферометре Физо (Рис.1) лучи 1 и 2 входят в движущуюся воду, период колебаний в луче 1 увеличивается до $T_1 = T_0 \frac{C}{C-V} = T_0 + \Delta T_1$, а период колебаний в луче 2 уменьшается до $T_2 = T_0 \frac{C}{C+V} = T_0 - \Delta T_2$, то есть каждое колебание у фотонов в луче 1 запаздывает на $\Delta T_1 = T_0 \frac{V}{C-V}$, а каждое колебание у фотонов в луче 2 происходит с опережением на $\Delta T_2 = T_0 \frac{V}{C+V}$.

За время ΔT_1 волновые фронты луча 1 могли бы сместиться в воде на

$$\Delta\lambda_1 = \frac{C}{n} \Delta T_1 = \frac{\lambda_0}{n} \frac{V}{(C-V)},$$

а волновые фронты луча 2 за время ΔT_2 могли бы сместиться в

$$\Delta\lambda_2 = \frac{C}{n} \Delta T_2 = \frac{\lambda_0}{n} \frac{V}{(C+V)},$$

то есть за время каждого колебания с периодом T_1

волновые фронты луча 1 отстают на $\Delta\lambda_1$ и за время каждого колебания с периодом T_2

волновые фронты луча 2 опережают на $\Delta\lambda_2$.

За время $t_1 = \frac{L}{\frac{C}{n} + V}$, пока фотоны луча 1 проходят расстояние L , в них совершается

$$N_1 = \frac{t_1}{T_1} = \frac{L(C-V)}{\left(\frac{C}{n} + V\right)CT_0} \text{ колебаний и за это время накапливается запаздывание } \Delta\lambda_1 N_1. \text{ За}$$

время $t_2 = \frac{L}{\frac{C}{n} - V}$, пока фотоны луча 2 проходят расстояние L , в них совершается

$$N_2 = \frac{t_2}{T_2} = \frac{L(C+V)}{\left(\frac{C}{n} - V\right)CT_0} \text{ колебаний и за это время накапливается опережение } \Delta\lambda_2 N_2. \text{ В}$$

результате интерференционные полосы смещаются на

$$\delta_\lambda = \frac{\Delta\lambda_1 N_1 + \Delta\lambda_2 N_2}{\lambda_0} = \frac{2LVC}{\lambda_0 n^2 \left(\frac{C}{n} + V\right) \left(\frac{C}{n} - V\right)}. \quad (4-3)$$

Выражение (4-3) определяет дополнительное смещение интерференционных полос δ_λ , возникающее в интерферометре из-за того, что интерферирующие лучи идут в воде с разными частотами. Смещение δ_λ направлено против основного смещения δ_V .

4.2.5. Результирующее смещение интерференционных полос при полном увлечении света движущейся водой.

Выражение (4-2) определяет смещение интерференционных полос δ_V при полном увлечении света движущейся средой без учета влияния изменения частот интерферирующих лучей. Выражение (4-3) определяет дополнительное смещение полос δ_λ , которое возникает из-за изменения частот интерферирующих лучей. Результирующее смещение полос δ равно разности ($\delta_V - \delta_\lambda$):

$$\delta = \delta_V - \delta_\lambda = \frac{2LVC}{\lambda_0 \left(\frac{C}{n} + V\right) \left(\frac{C}{n} - V\right)} - \frac{2LVC}{\lambda_0 n^2 \left(\frac{C}{n} + V\right) \left(\frac{C}{n} - V\right)} \quad \text{и отличается от } \delta_V \text{ в}$$

$(1 - 1/n^2)$ раз:

$$\delta = \frac{2LVC}{\lambda_0 \left(\frac{C}{n} + V \right) \left(\frac{C}{n} - V \right)} \left(1 - \frac{1}{n^2} \right). \quad (4-4)$$

Выражение (4-4) выведено с учетом изменения частот интерферирующих лучей и определяет смещение интерференционных полос в интерферометре Физо при полном увлечении света движущейся водой.

Общепринятое объяснение результата интерферометрического эксперимента Физо с движущейся водой ошибочно в принципе. Тот факт, что смещение интерференционных полос в экспериментах всегда меньше, чем смещение δ_V , определяемое выражением (4-2), не доказывает, что скорость света изменяется меньше, чем на V . Выражение (4-2) дает ошибочное значение смещения полос, так как это выражение было выведено без учета влияния изменения частоты интерферирующих лучей на величину смещения.

Выражение (4-4) доказывает, что на самом деле свет в интерферометре Физо полностью увлекается движущейся водой и идет относительно интерферометра со скоростями $\left(\frac{C}{n} + V \right)$ и $\left(\frac{C}{n} - V \right)$. Множитель $(1 - 1/n^2)$ не является «коэффициентом увлечения». Этот множитель определяет только систематическую погрешность эксперимента Физо.

Эксперимент Физо непригоден для измерения скорости света в движущейся среде и не может рассматриваться как подтверждение основного постулата специальной теории относительности. Эксперимент Физо не подтверждает, а, наоборот, доказывает ошибочность этого постулата.

4.3. Эксперимент Майкельсона-Морли.

Эксперимент Майкельсона-Морли сыграл очень важную роль в создании специальной теории относительности. В 1881 году Майкельсон с помощью специально разработанного интерферометра пытался обнаружить движение Земли относительно эфира и получил отрицательный результат. Этот эксперимент, повторенный им совместно с Морли в 1886 году, с высокой точностью доказал, что скорость, с которой свет движется относительно интерферометра, не зависит ни от скорости, ни от направления движения Земли. Эксперимент Майкельсона-Морли доказал ошибочность гипотезы светоносного эфира и подтвердил принцип относительности, но к постулату инвариантности скорости света он никакого отношения не имеет, так как ни источник света, ни наблюдатель в этом эксперименте не движутся относительно среды, в которой распространяется свет.

Эксперимент Майкельсона-Морли объясняется просто, если учесть что свет распространяется не в эфире, а в атмосфере, которая движется вместе с Землей. В этом эксперименте интерференционные полосы вообще не должны смещаться, так как свет относительно атмосферы Земли распространяется во всех направлениях с одинаковой скоростью C/n_B , и поэтому скорость света относительно прибора не изменяется, когда прибор поворачивается вокруг его вертикальной оси. Скорость света относительно интерферометра зависит только от показателя преломления воздуха n_B . Самое незначительное изменение показателя преломления воздуха в одном из лучей (например, при изменении температуры или плотности воздуха) приводит к смещению интерференционной

картины. Но движение Земли никак не влияет на скорость, с которой свет распространяется в различных направлениях.

4.4. Почему свет от двойных звезд идет с одинаковой скоростью.

В 1911 году Де Ситтер опубликовал результаты наблюдений за двойными звездами, убедительно доказывающие, что скорость света не зависит от движения звезд. Если двойная звездная система расположена так, что Земля оказывается в плоскости вращения этих звезд, в каждый момент времени одна из звезд движется по направлению к Земле, а вторая удаляется от Земли. Де Ситтер показал, что свет звезды, движущейся в направлении к Земле, идет к Земле с такой же скоростью, как и свет звезды, движущейся в данный момент в обратном направлении. Если бы свет от двойных звезд шел с разными скоростями, на долгом пути от звезд к Земле свет одной звезды обгонял бы свет другой звезды, и астрономы на Земле наблюдали бы сильно искаженные орбиты звезд. Однако наблюдаемые орбиты двойных звезд являются чисто кеплеровскими и практически не имеют искажений. В то время думали, что межзвездное пространство является абсолютной пустотой, и поэтому независимость скорости света от движения звезд казалась убедительным доказательством независимости скорости света от движения источника в абсолютной пустоте.

С тех пор представления о межзвездном пространстве радикально изменились. В настоящее время хорошо известно, что пространство между звездами не является абсолютной пустотой, а заполнено сильно разреженным газом. Пространство между звездами является сильно разреженной прозрачной средой, показатель преломления которой практически равен единице. Относительно этой среды свет от любого источника распространяется во всех направлениях с одинаковой скоростью, практически равной C . Свет звезд идет в газовой среде и поэтому его скорость не зависит от движения звезд относительно межзвездной среды. Свет звезды, движущейся в направлении к Земле, имеет такую же скорость относительно разреженной межзвездной среды, как и свет звезды, движущейся в обратном направлении.

Межзвездное пространство очень сильно разрежено, и поэтому естественно возникает вопрос: на каком расстоянии от движущейся звезды происходит переизлучение всех фотонов, то есть на каком расстоянии от движущейся звезды скорость света становится практически равной C ?

Сначала свет идет в атмосфере звезды со скоростью C/n_{A3} относительно звезды (n_{A3} - показатель преломления атмосферы звезды). Поскольку относительно межзвездной среды атмосфера звезды вместе со звездой движется со скоростью V_3 , относительно межзвездной среды скорость света равна $(C/n_{A3} + V_3)$. Но как только свет выходит из движущейся атмосферы звезды и входит в неподвижную межзвездную среду, его скорость относительно среды становится практически равной C , и с такой скоростью в течение многих лет свет идет к Земле. Распространение света в разреженной межзвездной среде принципиально не отличается от распространения света в атмосфере Земли: фотоны света так же движутся от одного переизлучающего атома к другому со скоростью C , но так как расстояния между переизлучающими атомами в межзвездной среде измеряются сантиметрами, а не долями микрометра, как в воздухе, результирующая скорость оказывается почти равной C .

Таким образом, независимость скорости света от движения звезд объясняется только влиянием межзвездной среды. Поэтому независимость скорости света от движения звезд не

может рассматриваться как подтверждение постулата инвариантности скорости света, утверждающего, что скорость света не зависит от движения источника в абсолютной пустоте.

4.5. Эффект Доплера без инвариантности скорости света.

Во всех реальных ситуациях свет распространяется в среде. В момент излучения фотоны относительно источника движутся со скоростью C , но как только они встречаются с атомами межзвездной среды, их скорость изменяется и относительно среды они идут со скоростью, величина которой определяется показателем преломления среды. Из-за влияния на скорость света среды движение наблюдателя оказывается не эквивалентным движению источника света. Эти условия позволяют по-новому рассмотреть эффект Доплера для различных ситуаций с движением наблюдателя и источника.

4.5.1. Наблюдатель движется относительно среды, источник света неподвижен.

Источник света S и прозрачная газовая среда неподвижны относительно некоторой инерциальной системы, а наблюдатель O движется с постоянной скоростью V под углом α к направлению на источник света (Рис.4.4,а).

Наблюдатель движется относительно среды, в которой распространяется свет, или, другими словами, он движется относительно светового луча. Относительно наблюдателя свет идет со скоростью \bar{C}_1 , которая является векторной суммой скоростей \bar{C} и \bar{V} :
 $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$,

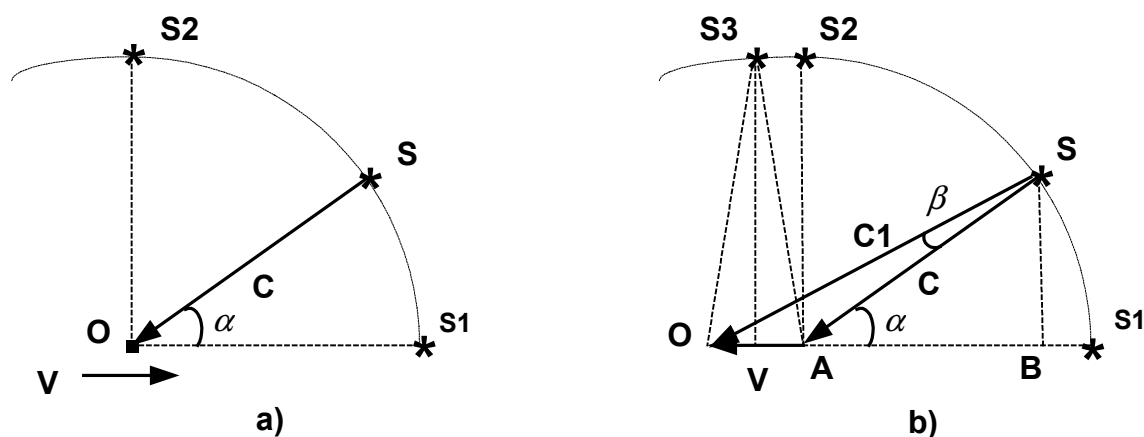


Рис. 4.4

и может быть найдена из треугольника OBS (Рис.4.4,б):

$$C_1 = \sqrt{(V + C \cos \alpha)^2 + (C \sin \alpha)^2} = \sqrt{V^2 + 2VC \cos \alpha + C^2}$$

Так как скорость C_1 отличается от C , наблюдатель вместо излучаемой источником частоты ν_0 получает измененную частоту

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 + 2\beta \cos \alpha + \beta^2}, \quad \text{где } \beta = V/C. \quad (4-5)$$

Выражение (4-5) определяет эффект Доплера для случая, когда наблюдатель со скоростью V движется относительно среды, в которой распространяется свет источника

Если наблюдатель движется в направлении к источнику S_1 (угол $\alpha = 0$) или удаляется от него (угол $\alpha = 180^\circ$), имеет место продольный эффект Доплера:

$$\nu = \nu_0 (1 \pm \beta) \quad (4-6)$$

Ситуация, когда наблюдатель движется под углом 90° к линии «источник света-наблюдатель», рассмотрена в разделе 4.6.

4.5.2. Источник света движется относительно среды, наблюдатель неподвижен.

Наблюдатель O и прозрачная газовая среда неподвижны относительно некоторой инерциальной системы, а источник S движется с постоянной скоростью V относительно среды и наблюдателя (Рис.4.5). Неподвижный наблюдатель располагается относительно движущегося источника в одном из направлений D , D_1 , D_2 или D_3 . В зависимости от того, в каком направлении относительно движущегося источника наблюдатель располагается, он получает из-за эффекта Доплера различные частоты

В момент излучения фотоны движутся относительно источника во всех направлениях с одинаковой начальной скоростью C , но затем они переизлучаются атомами среды и относительно среды идут во всех направлениях с одинаковой скоростью C/n_{CP} .

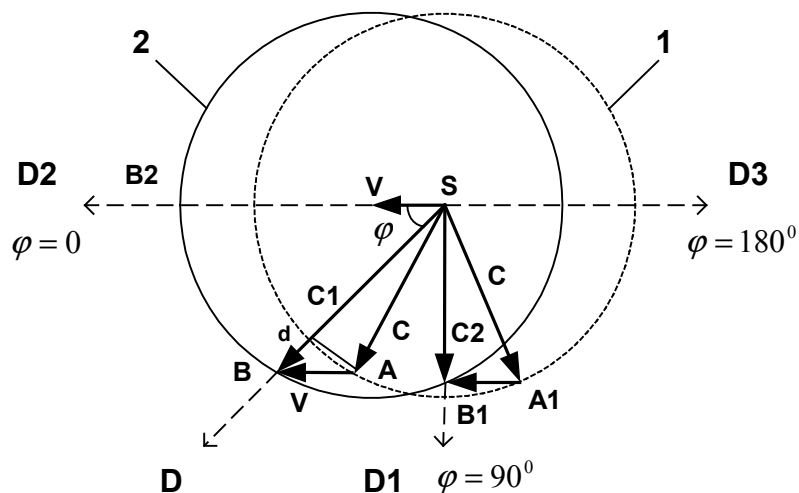


Рис.4.5

Если источник света S неподвижен, в системе отсчета, связанной со средой и наблюдателем, начальные скорости фотонов описываются диаграммой 1 (векторами из точки S до окружности 1), то есть относительно наблюдателей, расположенных в направлениях D , D_1 , D_2 , D_3 , фотоны движутся с одинаковой начальной скоростью C . При переизлучении частота фотонов не изменяется, и поэтому все наблюдатели получают частоту ν_0 .

Когда источник движется, фотоны получают дополнительную скорость V и в момент излучения движутся в разных направлениях с разными начальными скоростями. Их скорости определяются векторной суммой $\vec{C} + \vec{V}$ и описываются диаграммой 2 (векторами из той же точки S до окружности 2).

Если бы свет распространялся в идеальной пустоте, фотоны приходили бы к разным наблюдателям с разными скоростями и поэтому наблюдатели, расположенные в разных направлениях D, D_1, D_2, D_3 , в соответствии с эффектом Доплера получали бы разные частоты. Переизлучение фотонов атомами среды не влияет на частоту, получаемую наблюдателем. Поэтому после переизлучения фотоны идут во всех направлениях с разными частотами, но с одинаковой относительно среды скоростью C/n_{CP} , и поэтому расположенные в разных направлениях наблюдатели получают разные частоты.

В некотором направлении D , составляющем со скоростью V угол φ , фотоны движутся с начальной скоростью C_1 :

$$C_1 = BS = dS + Bd = \sqrt{C^2 - V^2 \sin^2 \varphi} + V \cos \varphi$$

С такой начальной скоростью C_1 фотоны встречаются с атомами среды, переизлучаются ими и идут в среде не с начальной частотой $\nu_0 = C/\lambda_0$, а уже с новой частотой $\nu = C_1/\lambda_0$:

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \varphi} + \beta \cos \varphi, \quad \text{где } \beta = V/C. \quad (4-7)$$

Выражение (4-7) определяет эффект Доплера для случая, когда источник света со скоростью V движется относительно наблюдателя, неподвижного относительно среды, в которой распространяется свет.

Если источник света движется в направлении к наблюдателю (угол $\varphi = 0$) или удаляется от него (угол $\varphi = 180^\circ$), имеет место продольный эффект Доплера:

$$\nu = \nu_0 (1 \pm \beta) \quad (4-8)$$

Ситуация, когда источник света движется под углом 90° к линии «источник света-наблюдатель», рассмотрена в разделе 4.6.

4.5.3. Источник света и наблюдатель движутся относительно среды.

Рассмотрим только наиболее простой случай, когда источник света и наблюдатель движутся с одинаковой скоростью V вдоль линии «источник света-наблюдатель».

Когда наблюдатель со скоростью V движется в направлении к неподвижному источнику, в соответствии с формулой (4-6) он получает частоту $\nu = \nu_0 (1 + V/C)$.

Когда источник света со скоростью V удаляется от неподвижного наблюдателя, в соответствии с формулой (4-8) наблюдатель получает частоту $\nu = \nu_0 (1 - V/C)$.

Когда наблюдатель и источник света движутся в одном направлении с одинаковой скоростью V , наблюдатель получает частоту

$$\nu = \nu_0 (1 + V/C)(1 - V/C) = \nu_0 \left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right) = \nu_0 (1 - \beta^2), \quad (4-9)$$

то есть частота ν оказывается меньше, чем частота источника ν_0 .

Уменьшение частоты, когда наблюдатель и источник света движутся с одинаковой скоростью, возникает из-за влияния среды на скорость распространения света. Если бы наблюдатель и источник с одинаковой скоростью двигались в абсолютной пустоте, изменения частоты не было бы и наблюдатель получал бы частоту ν_0 .

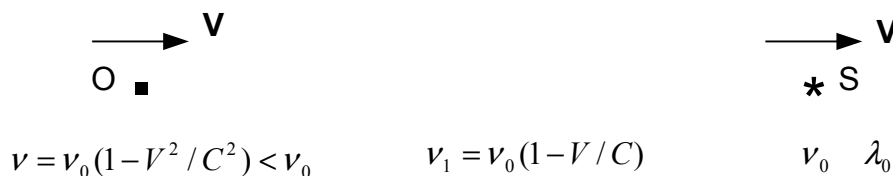


Рис.4.6

На Рис.4.6 источник света и наблюдатель движутся в одном направлении с одинаковой скоростью V относительно неподвижной среды. Источник излучает фотоны с частотой ν_0 . В момент излучения фотоны относительно источника движутся с начальной скоростью C и длиной волны $\lambda_0 = C/\nu_0$. Так как источник движется со скоростью V , в направлении к наблюдателю фотоны относительно системы отсчета, связанной со средой, движутся с начальной скоростью $(C - V)$ и длиной волны λ_0 .

В том случае, если бы среда отсутствовала, неподвижный относительно этой системы наблюдатель получал бы частоту $\nu_1 = (C - V)/\lambda_0 = \nu_0(1 - V/C)$, а наблюдатель, движущийся со скоростью V , получал бы частоту источника ν_0 .

В том случае, если свет от источника идет к наблюдателю в среде, фотоны со скоростью $(C - V)$ встречаются с атомами среды, переизлучаются ими и идут в среде с частотой $\nu_1 = \nu_0(1 - V/C)$. Скорость света в среде равна C/n_{CP} , но от одного переизлучающего атома среды к другому фотоны движутся со скоростью C , то есть мгновенная скорость фотонов относительно среды равна C , а не C/n_{CP} . Поэтому с наблюдателем, движущимся навстречу им со скоростью V , фотоны встречаются со скоростью $(C + V)$, а не со скоростью C/n_{CP} , и наблюдатель видит частоту $\nu = (C + V)/\lambda_1 = \nu_0(1 + V/C)(1 - V/C) = \nu_0(1 - \beta^2)$, меньшую чем ν_0 .

Согласно теории относительности, при движении источника и наблюдателя с одинаковой скоростью V частота света изменяться не должна. Уменьшение частоты света, определяемое формулой (4-9), в настоящее время может быть проверено в наземном лазерном эксперименте с движением переизлучателя со скоростью порядка всего лишь 200 км в час либо в орбитальном эксперименте с лазерным интерферометром (раздел 5.2.3).

4.6. Поперечный эффект Доплера

В том случае, когда источник света движется перпендикулярно линии «источник света-наблюдатель», свет приходит к наблюдателю с уменьшенной частотой, то есть возникает так называемый поперечный эффект Доплера, который невозможно объяснить с помощью волновой теории. Теория относительности объясняет этот эффект как результат замедления времени в движущейся системе. В 1938 году Айвс и Стилуэлл обнаружили этот эффект в эксперименте с каналовыми лучами, но они были не согласны с релятивистским

объяснением поперечного эффекта и результаты своего эксперимента пытались объяснить без теории относительности. Эксперимент Айвса и Стилуэлла считается одним из важных подтверждений специальной теории относительности.

На самом деле, поперечный эффект просто объясняется без каких-либо гипотез о замедлении времени и поэтому эксперимент Айвса и Стилуэлла не может рассматриваться как подтверждение замедления времени. Уменьшение частоты света, идущего в направлении, перпендикулярном движению источника, объясняется чисто кинематической причиной без каких-либо предположений о замедлении времени.

Хорошо известное и подтвержденное экспериментом выражение для поперечного эффекта Доплера при движении источника света получается из выражения (4-7) при $\varphi = 90^\circ$:

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2} \quad (4-10)$$

Выражение (4-10) показывает, что в направлении, перпендикулярном направлению движения источника, свет идет с частотой, меньшей чем ν_0 .

Это уменьшение частоты объясняется не замедлением времени, а тем, что к наблюдателю приходят фотоны, излученные источником под некоторым углом назад. Фотоны, излученные источником света со скоростью C под углом $\varphi = 90^\circ$ к направлению его движения (направление D_1 на Рис.4.5), к наблюдателю не попадают, так как их начальная скорость из-за векторного суммирования скорости C со скоростью движения источника V , не совпадает с направлением D_1 . Эти фотоны относительно наблюдателя движутся под углом, меньшим чем $\varphi = 90^\circ$, и поэтому из точки S они не могут попасть в точку D_1 , где находится наблюдатель.

Из Рис 4.5 видно, что от движущегося источника S в направлении D_1 , то есть под углом $\varphi = 90^\circ$, могут идти только фотоны, излученные под некоторым углом назад. Эти фотоны со скоростью C излучаются в направлении точки A_1 , но к этой скорости C векторно добавляется скорость V (треугольник SA_1B_1), в результате чего изменяются направление и величина скорости этих фотонов и они до переизлучения атомами среды идут с начальной скоростью $\bar{C}_2 = \bar{C} + \bar{V}$ в направлении D_1 . Скорость C_2 меньше чем C и поэтому из-за эффекта Доплера частота $\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2}$ оказывается меньше чем ν_0 . И только это подтверждается экспериментом Айвса и Стилуэлла.

Поперечный эффект Доплера принято считать подтверждением вывода СТО о замедлении времени в движущихся системах отсчета. По СТО, в движущемся со скоростью V источнике света время замедляется в $\sqrt{1 - \beta^2}$ раз и поэтому неподвижный наблюдатель видит в $\sqrt{1 - \beta^2}$ раз меньшую частоту.

Но давайте представим другую ситуацию. Пусть источник света будет неподвижным, а в направлении, перпендикулярном линии «источник света-наблюдатель», со скоростью V движется наблюдатель. Какую частоту получит движущийся наблюдатель, если источник света излучает свет с частотой ν_0 ? Поскольку в теории относительности движение

наблюдателя эквивалентно движению источника света, движущийся наблюдатель должен и в этом случае увидеть в $\sqrt{1-\beta^2}$ раз меньшую частоту.

Однако на самом деле движущийся наблюдатель в этом случае увидит не уменьшенную, а, наоборот, увеличенную в $\sqrt{1+\beta^2}$ раз частоту.

Выражение (4-5) $\nu = \nu_0 \sqrt{1+2\beta \cos \alpha + \beta^2}$ определяет эффект Доплера для случая, когда наблюдатель со скоростью V движется под углом α к направлению на источник света. Если на Рис.4.4,а источник S находится в положении S_2 , наблюдатель движется перпендикулярно лучу света и угол α равен 90° . При угле $\alpha = 90^\circ$ выражение (4-5) дает формулу для поперечного эффекта Доплера при движении наблюдателя:

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1+\beta^2}, \quad (4-11)$$

то есть наблюдатель, движущийся перпендикулярно лучу света, видит частоту, увеличенную в $\sqrt{1+\beta^2}$ раз.

Увеличение частоты света при поперечном движении наблюдателя, очевидно, не связано ни с каким изменением времени и объясняется только кинематической причиной. Таким образом, явление поперечного эффекта Доплера не подтверждает специальную теорию относительности, а наоборот, противоречит этой теории. Поперечный эффект Доплера при движении наблюдателя в настоящее время может быть проверен в орбитальном лазерном эксперименте (раздел 5.2.4)

4.7. Звездная aberrация.

Давно известное астрономам явление звездной aberrации не может быть объяснено теорией относительности и очевидно противоречит ей. Проблема состоит в том, что aberrация наблюдается в том случае, когда движется наблюдатель, но полностью отсутствует, когда движется источник света. Звездная aberrация бесспорно доказывает, что движение наблюдателя не эквивалентно движению источника света, то есть очевидно доказывает ошибочность постулата инвариантности.

Явление звездной aberrации известно с 1727 года, когда Джеймс Брайдей обнаружил, что видимые положения звезд смещаются в направления орбитального движения Земли. Видимые положения звезд, расположенных в направлении, перпендикулярном орбитальной скорости движения Земли, смещаются на 20,5 угловых секунд. Двигаясь с орбитальной скоростью Земли, наблюдатель видит внешние по отношению к движущейся Земле световые сигналы. Еще Галилей в своем примере с кораблем отмечал, что в соответствии с принципом относительности только эксперименты и наблюдения, проводимые внутри инерциальной системы, не позволяют обнаружить движение этой системы, но наблюдение сигналов, внешних по отношению к данной системе отсчета, позволяет обнаружить движение системы. Специальная теория относительности, распространив принцип относительности и на оптические явления, утверждает, что движение инерциальной системы отсчета не может быть обнаружено вообще никакими экспериментами и наблюдениями, в том числе и оптическими. Явление aberrации доказывает, что наблюдение света, идущего от звезд, позволяет обнаружить, что в действительности инерциальная система, связанная с Землей, движется относительно звезд.

Звездная абберрация наблюдается только при движении наблюдателя, но отсутствует при движении источника света. Отсутствие абберрации при движении источника убедительно доказывают наблюдения за двойными звездами.

Если двойная звездная система расположена так, что плоскость вращения звезд перпендикулярна линии «двойная система-Земля», каждая из звезд движется в направлении, перпендикулярном направлению на Землю, то есть два источника света, расстояние между которыми известно, движутся во встречных направлениях перпендикулярно линии «источник света-наблюдатель». Если, как это утверждает специальная теория относительности, движение источника света эквивалентно движению наблюдателя, абберрация должна наблюдаться и при движении источника. Звезды движутся во встречных направлениях и поэтому видимые положения звезд также должны смещаться в противоположных направлениях. С учетом того, что скорость движения звезд значительно больше орбитальной скорости Земли, наблюдаемые размеры звездных орбит из-за абберрации должны увеличиться на сотни угловых секунд. Однако при движении двойных звезд их видимые положения не смещаются, то есть абберрация полностью отсутствует. Отсутствие абберрации при движении источника света подтверждают и наблюдения спутников планет солнечной системы.

Чтобы понять, почему абберрация имеет место при движении наблюдателя, но отсутствует при движении источника света, давайте более четко определим, что такое абберрация, и рассмотрим, как она возникает при движении наблюдателя.

Представим в качестве опорных точек в пространстве две звезды А и В, неподвижные относительно межзвездной среды (Рис.4.7,а).

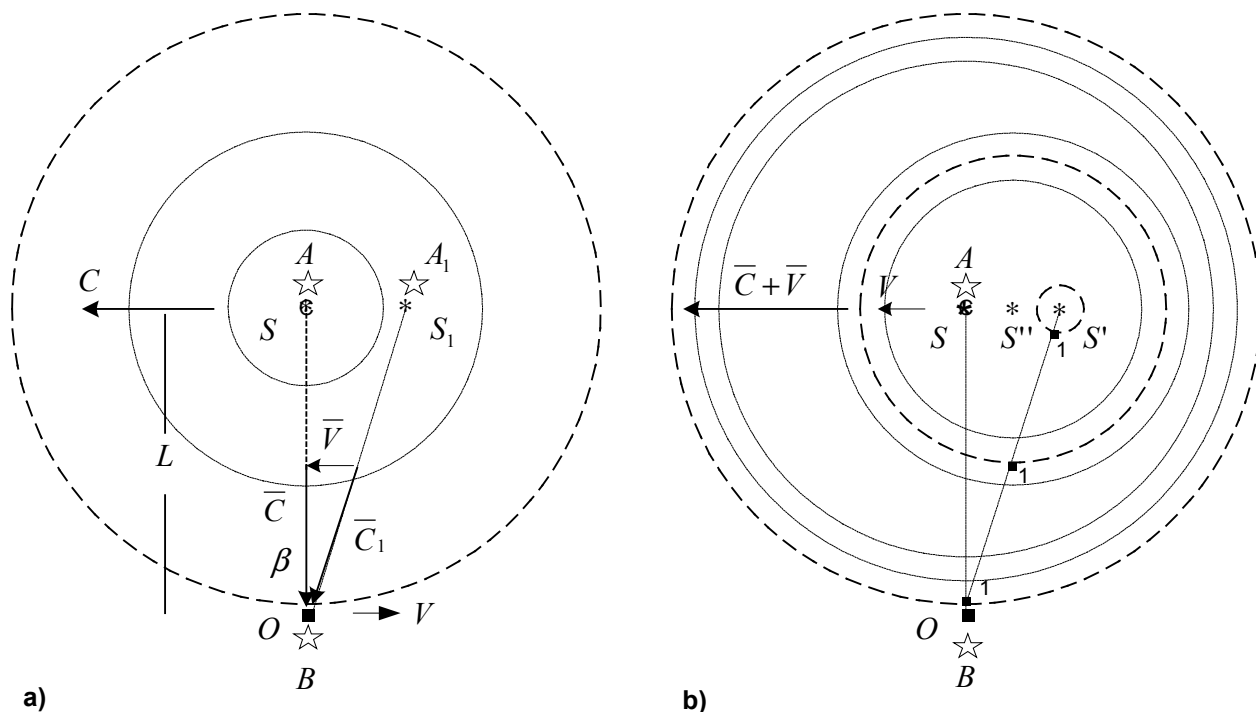


Рис.4.7

Рядом со звездой А находится источник света S, а рядом со звездой В наблюдатель О. Рассмотрим ситуации с распространением света в случаях, когда или наблюдатель О, или источник S движутся относительно системы отсчета, связанной с этими звездами А и В.

Если наблюдатель и источник света неподвижны, наблюдатель видит источник S в точке A.

Когда наблюдатель со скоростью V движется перпендикулярно линии АВ, он видит источник света и звезду A в смещенных положениях S_1 и A_1 , то есть имеет место абберрация и видимое положение источников света смещается на угол абберрации $\beta = V/C$.

Представим сначала, что свет от источника S идет к наблюдателю в абсолютной пустоте. Относительно источника и относительно системы отсчета, связанной со звездами A и B, фотоны во всех направлениях движутся с одинаковой скоростью C (Рис.4.7,а). Наблюдатель со скоростью V пересекает луч света, и фотоны в этом случае входят в его телескоп со скоростью \bar{C}_1 , которая является векторной суммой скорости \bar{C} и скорости наблюдателя \bar{V} . Поэтому наблюдатель видит источник света и звезду в смещенных на угол β положениях S_1 и A_1 . Абберрация возникает только в результате того, что наблюдатель движется перпендикулярно лучу света и пересекает его. Абберрация возникает в момент вхождения фотонов в движущийся объектив телескопа, то есть возникает непосредственно в той точке пространства, где осуществляется наблюдение. Если наблюдатель вдруг прекратит двигаться и остановится в точке B, он сразу увидит, что абберрация отсутствует и источник света и звезда находятся в положениях S и A.

В действительности фотоны от источника S к наблюдателю идут не в идеальной пустоте, а в межзвездной газовой среде со скоростью C/n_{CP} , очень близкой к C , а движущийся наблюдатель и его телескоп окружены атмосферой Земли. Поэтому, до того как попасть в телескоп, свет идет в межзвездной среде со скоростью C и в атмосферу, движущуюся со скоростью V , входит со скоростью $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$ относительно атмосферы под углом абберрации $\beta = V/C$ к линии АВ. В атмосфере фотоны переизлучаются атомами воздуха и движутся относительно атмосферы со скоростью C/n_B . То есть в реальной ситуации абберрация возникает уже в момент, когда фотоны входят в атмосферу движущейся Земли. Со скоростью C/n_B и под углом β свет источника S и звезды A входит в телескоп, и наблюдатель видит источник света и звезду в смещенных положениях S_1 и A_1 .

С учетом сказанного выше можно назвать основные признаки абберрации:

1. Абберрация возникает только в том случае, когда движущийся наблюдатель пересекает луч света.
2. Абберрация возникает из-за того, что фотоны, входя в движущуюся с наблюдателем среду (стекло объектива или атмосфера Земли), изменяют направление своего движения и идут относительно этой среды под углом абберрации β .
3. Угол абберрации изменяется мгновенно, если изменяется скорость движения наблюдателя
4. Движущийся наблюдатель видит свет, излученный источником за время $T_0 = L/C$ до момента наблюдения. Если источник перестает излучать свет, свет в течение времени T_0 продолжает идти к наблюдателю, и поэтому движущийся наблюдатель в течение времени T_0 пересекает луч света и видит источник света в смещенном положении.

Теперь рассмотрим ситуацию, когда наблюдатель неподвижен, а со скоростью V движется источник света.

Сначала представим, что свет от источника идет к наблюдателю в идеальной пустоте. В этом случае каждый фотон, излученный движущимся источником, получает дополнительную скорость V . Относительно источника света фотоны во всех направлениях идут с одинаковой

скоростью C , но относительно неподвижных звезд A и B они во всех направлениях движутся с разными скоростями $\bar{C} + \bar{V}$ (Рис.4.7,b). Когда источник света уже находится в точке A , наблюдатель видит фотоны, которые источник излучил за время $T_0 = L/C$ до момента наблюдения, когда он был еще в точке S' . Эти фотоны, обозначенные на рис.4.7,b цифрой 1, движутся в идеальной пустоте со скоростью $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$ под углом β к линии AB и поэтому наблюдатель видит источник S не рядом со звездой A , где источник в данный момент находится, а в точке S' , то есть он видит источник в смещенном положении. Но это смещение не связано абберацией. Наблюдатель на самом деле видит источник в том положении, из которого за время $T_0 = L/C$ до момента наблюдения источник излучил фотоны. Фотоны действительно идут в пространстве в направлении под углом β к линии AB и не изменяют направление своего движения, когда входят в объектив телескопа, как это происходит в случае абберации. Кроме того, если в этом случае источник изменит скорость движения, его видимое положение мгновенно не изменится, как это должно происходить при абберации, и наблюдатель увидит это изменение только через время T_0 .

В реальных условиях свет от движущихся звезд идет не в идеальной пустоте, а в межзвездной газовой среде, в которой свет может распространяться только со скоростью C/n_{CP} , практически равной C . Поэтому фотоны, излученные движущимся источником, движутся во всех направлениях с разными скоростями лишь до тех пор, пока не переизлучаются атомами неподвижной межзвездной среды, а затем во всех направлениях идут с одинаковой скоростью $C/n_{CP} \cong C$. Однако наличие межзвездной среды практически не влияет на направление, из которого фотоны от движущегося источника приходят к наблюдателю.

Пусть источник света S в течение времени, большего чем $T_0 = L/C$, движется со скоростью V и в момент наблюдения находится рядом с точкой A (Рис.4.8,a).

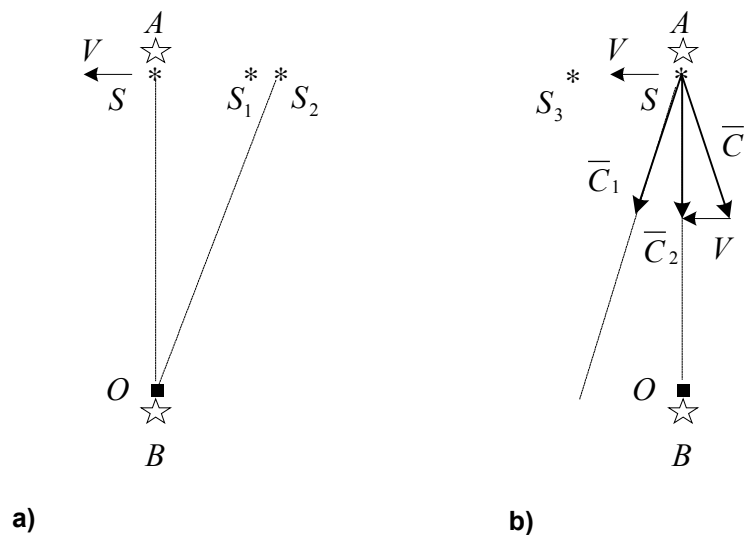


Рис.4.8

Движущийся источник уже находится в точке A , но в этот момент наблюдатель не может видеть его в положении A , так как свет из точки A придет в наблюдателю только лишь

через промежуток времени T_0 . Наблюдатель видит источник S в смещенном относительно неподвижной звезды A положении S_2 , но это смещение не связано с aberrацией. Он видит источник в том положении, из которого свет был излучен за время T_0 до момента наблюдения. В момент, когда источник уже находится в точке A, наблюдатель будет видеть его в положении S_2 , если источник даже перестанет излучать свет после того, как он прошел точку S_2 . Смещение SS_2 лишь незначительно больше, чем aberrационное смещение SS_1 , так как смещение SS_1 определяется вектором скорости $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$ и скорость \bar{C}_1 больше чем C, а смещение SS_2 определяется скоростью, с которой свет из точки S_2 идет к наблюдателю в реальной межзвездной среде, а эта скорость практически равна C.

Если источник света S в течение времени, большего чем $T_0 = L/C$, был неподвижен в точке A и в момент наблюдения начал двигаться со скоростью V, наблюдатель в течение времени T_0 видит его в точке A и только через время T_0 , когда источник уже оказывается в точке S_3 , он увидит, что источник начинает двигаться из точки A (Рис.4.8,b).

Наиболее интересен случай, когда источник движется со скоростью V, не излучая свет, и лишь кратковременно включается в тот момент, когда оказывается рядом с точкой A (Рис.4.8,b). Свет, излученный источником в точке A, придет к наблюдателю только через время $T_0 = L/C$, когда источник будет уже в точке S_3 . Возникает ли aberrация в этом случае?

Наблюдатель увидит, что свет приходит к нему от движущегося источника S без какой бы то ни было aberrации, то есть он увидит кратковременную вспышку в точке A. В момент излучения каждый фотон получает добавочную скорость V. Поэтому фотоны, излученные из точки A в направлении к наблюдателю, идут с начальной скоростью $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$ под углом $\beta = V/C$ к линии АВ и к наблюдателю не приходят (Рис.4.8,b). К наблюдателю приходят фотоны, которые источник света излучает в точке A под некоторым углом назад к линии АВ. Эти фотоны идут вдоль линии АВ с начальной скоростью $\bar{C}_2 = \bar{C} + \bar{V}$. После переизлучения атомами межзвездной среды они изменяют скорость и уже со скоростью, близкой к C, идут вдоль линии АВ к наблюдателю. Наблюдатель видит, что фотоны приходят к нему из точки A без aberrации. Так как скорость \bar{C}_2 меньше, чем C, эти фотоны имеют частоту $\nu_2 = \nu_0 \sqrt{1 - V^2/C^2}$, меньшую чем ν_0 (см. раздел 4.6). Движение источника света приводит только к доплеровскому уменьшению частоты света, но никакого aberrационного смещения при этом не возникает.

Абсолютно очевидно, что если движущийся источник света S в точке A остановится или изменит скорость своего движения, наблюдатель в течение времени $T_0 = L/C$ будет видеть его в той же точке A, то есть в течение этого времени он не увидит никакого изменения.

Таким образом, aberrация возникает, когда движущийся наблюдатель пересекает луч света. Любое изменение скорости движения наблюдателя немедленно приводит к изменению угла aberrации.

Когда перпендикулярно линии «наблюдатель-источник» движется источник света, абберрация не возникает вообще. Любые изменения скорости движения источника света наблюдатель может увидеть только через время T_0 .

В двойной звездной системе наблюдатель видит без абберрации одновременно два источника света, которые движутся в противоположных направлениях и находятся на известном расстоянии друг от друга. Отсутствие абберрации при наблюдении двойных звезд бесспорно доказывает ошибочность основного положения специальной теории относительности об эквивалентности движений источника света и наблюдателя.

4.8. О «следствиях» специальной теории относительности.

Основной постулат специальной теории относительности утверждает, что скорость света не зависит ни от движения источника, ни от движения наблюдателя, измеряющего эту скорость. Если это утверждение справедливо, неизбежно должны возникать три следующих эффекта или три так называемых «следствия» СТО: при увеличении скорости движения тел должно замедляться время, продольная длина тел должна сокращаться, а их продольная масса должна увеличиваться. Эксперименты и наблюдения, которые, казалось бы, подтверждают эти «следствия», принято рассматривать как подтверждение справедливости специальной теории относительности.

По нашему мнению, все известные явления и эксперименты, подтверждающие «следствия» СТО, к теории относительности никакого отношения не имеют и могут быть объяснены без этой теории.

Так, замедление времени доказывается наблюдениями за мюонами, рождающимися при бомбардировке земной атмосферы космическими лучами. Двигаясь со скоростью C , мюоны за время их жизни 2,2 мкс могут пройти расстояние лишь около 600 метров и затем распадаются. Однако, они проходят от верхних слоев атмосферы расстояния в 20-30 км и достигают поверхности Земли. В СТО этот факт объясняется тем, что в системе отсчета, связанной с движущимися мюонами, время течет медленнее и поэтому мюоны, двигаясь со скоростями, близкими к C , за время их жизни успевают пройти столь большие расстояния. Но почему мюоны, рожденные в ядерных реакциях, не могут двигаться, вопреки запретам теории относительности, со скоростями, значительно большими чем C ? В этом случае они за время жизни 2,2 мкс успевают пройти расстояния до поверхности Земли.

Увеличением массы при увеличении скорости движения СТО объясняет тот факт, что в ускорителях частиц не удается достичь скоростей, больших чем C . Когда частица движется со скоростью, близкой к C , ее продольная масса становится столь большой, что уже никакая сила не может увеличить ее скорость в направлении движения. При этом увеличивается только продольная масса, в то время как поперечная масса частицы не изменяется, то есть внешняя сила может изменять скорость движения частицы в направлении, перпендикулярном направлению движения частицы, но не может увеличить ее скорость в направлении ее движения. Но ведь и без теории относительности понятно, что современный ускоритель не может разогнать никакую частицу до скорости, большей чем C , с помощью ускоряющего электромагнитного поля, которое само относительно ускорителя движется со скоростью C . Когда частица в ускорителе движется со скоростью, близкой к C , уменьшается взаимодействие ускоряющего поля с частицей, подобно тому как это происходит в асинхронных электродвигателях, когда скорость ротора приближается к скорости вращения поля статора.

Сокращение продольной длины движущихся тел обычно рассматривается в качестве первого «следствия» в СТО. В соответствии с СТО длина любого объекта сокращается в направлении его движения. Принцип постоянства скорости света неизбежно приводит к выводу, что размер движущегося тела сокращается в направлении его движения, и любая линейка, длина которой равна L_0 , при скорости движения V имеет длину $L = L_0 \sqrt{1 - V^2 / C^2}$. Предсказываемое теорией относительности сокращение длины ни одного экспериментального подтверждения не имеет.

Однако в настоящее время экспериментальная проверка этого «следствия» СТО легко осуществима. Возможность такой проверки появилась еще 30 лет назад, когда Мишель Дюгуа сфотографировал световой импульс в воде. Ниже (раздел 5.2.2) мы предлагаем эксперимент с движущимся «световым стержнем», который позволит доказать, что движущиеся объекты не испытывают никакого сокращения.

Сокращение длины, возрастание массы и замедление времени – это плоды научной фантазии, возникшей результате ошибочной интерпретации оптических экспериментов и наблюдений Араго, Физо, Майкелсона, Де Ситтера и др. Пытаясь объяснить эти эксперименты и наблюдения, Лармор, Фитцджеральд, Лоренц и Пуанкаре ввели математические абстракции о сокращении длины, возрастании массы и замедлении времени. Эти математические абстракции Эйнштейн превратил в физические категории, после того как он предложил свой странный постулат инвариантности скорости света.

4.9. Космологическое красное смещение без инвариантности скорости света.

В 1929 году Эдвин Хаббл обнаружил, что красные смещения в спектрах галактик тем больше, чем больше расстояния до галактик. В соответствии с теорией относительности частота света не может изменяться, если источник света неподвижен относительно наблюдателя. Поэтому космологическое красное смещение было объяснено разбеганием галактик: чем дальше от Земли находится галактика, тем быстрее она удаляется от Земли и тем меньше из-за эффекта Доплера становится частота света, приходящего от галактики к наблюдателю на Земле. Попытки объяснить космологическое красное смещение другими причинами оказались безуспешными. Наиболее популярной была гипотеза «старения» квантов, в соответствии с которой галактики не разбегаются, а красное смещение возникает из-за того, что кванты, проходя большие расстояния, теряют энергию и уменьшают частоту. Но гипотеза «старения» квантов была отброшена, так как красные смещения оказались пропорциональными длинам волн, что не согласовывалось с предсказаниями этой гипотезы.

Многочисленные проблемы современной астрофизики и космологии возникли, по нашему мнению, из-за чисто доплеровской интерпретации космологического красного смещения.

Космологическое красное смещение может быть объяснено без гипотезы разбегания галактик, если отказаться от постулата инвариантности скорости света и учесть следующие условия:

- свет представляет собой поток фотонов,
- каждый фотон имеет свою частоту,
- фотоны переизлучаются атомами среды и относительно переизлучивших атомов движутся со скоростью C ,

- свет относительно межзвездной среды идет со скоростью $\frac{C}{n_{CP}}$, практически равной C ,
- на пути от галактик к Земле фотоны неоднократно встречают движущиеся газообразные скопления.

Если источник, излучающий свет с частотой ν_0 , наблюдатель и среда, в которой распространяется свет, неподвижны относительно некоторой инерциальной системы, наблюдатель получает частоту ν_0 . Но если на пути от источника к наблюдателю фотоны встречают движущийся переизлучатель, они изменяют частоту. Рассмотрим два случая – когда переизлучатель со скоростью V движется по линии источник-наблюдатель в направлении к источнику света и когда переизлучатель с той же скоростью V движется в обратном направлении.

На Рис.4.9 монохроматический источник света S и наблюдатель O неподвижны относительно среды. На пути от источника к наблюдателю свет с частотой ν_0 и длиной волны λ_0 встречается с движущейся навстречу ему стеклянной пластинкой P . Фотоны входят в стекло со скоростью $(C+V)$. Поэтому период их колебаний уменьшается до $T_1 = \frac{\lambda_0}{C+V}$ и в стекле фотоны идут с частотой $\nu_1 = \frac{1}{T_1} = \nu_0(1 + \frac{V}{C})$, большей чем ν_0 .

Из стеклянной пластинки P фотоны выходят с частотой $\nu_1 > \nu_0$. Относительно пластинки они движутся с начальной скоростью C и имеют длину волны $\lambda_1 = \frac{C}{\nu_1} = \frac{C}{\nu_0(1 + \frac{V}{C})}$. До переизлучения атомами среды фотоны движутся относительно

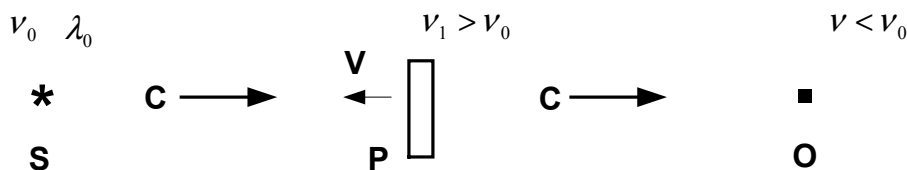


Рис.4.9

среды и наблюдателя со скоростью $(C - V)$, и поэтому наблюдатель видит частоту:

$$\nu = \frac{C - V}{\lambda_1} = \frac{\nu_0(1 + \frac{V}{C})(C - V)}{C} = \nu_0(1 + \frac{V}{C})(1 - \frac{V}{C}) = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2}) .$$

После переизлучения атомами среды свет изменяет скорость и идет к наблюдателю со скоростью $\frac{C}{n_{CP}}$ и с частотой $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$. В результате взаимодействия с переизлучателем, движущимся навстречу лучу света, частота света уменьшается, то есть свет получает красное смещение.

Если переизлучатель Р со скоростью V удаляется от источника света (Рис.4.10), фотоны входят в стеклянную пластинку со скоростью $(C-V)$ и их период колебаний увеличивается до $T_2 = \frac{\lambda_0}{C-V}$.

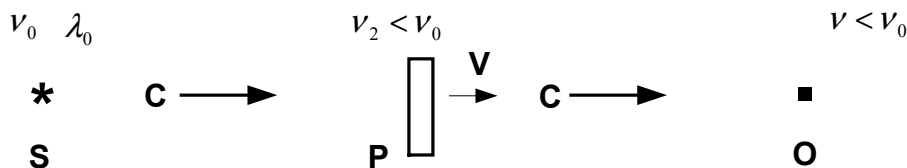


Рис.4.10

В стеклянной пластинке свет идет с частотой $\nu_2 = \frac{1}{T_2} = \nu_0(1 - \frac{V}{C})$, меньшей чем ν_0 .

Из стеклянной пластинки фотоны выходят с частотой $\nu_2 < \nu_0$ и движутся относительно пластинки с начальной скоростью C и имеют длину волны $\lambda_2 = \frac{C}{\nu_2} = \frac{C}{\nu_0(1 - \frac{V}{C})}$. Относительно среды и наблюдателя их скорость равна $(C+V)$ и

поэтому наблюдатель видит частоту $\nu = \frac{C+V}{\lambda_2}$:

$$\nu = \frac{\nu_0(1 - \frac{V}{C})(C+V)}{C} = \nu_0(1 - \frac{V}{C})(1 + \frac{V}{C}) = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2}) .$$

После переизлучения атомами среды свет изменяет скорость и идет к наблюдателю со скоростью $\frac{C}{n_{CP}}$ и с частотой $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$. В результате взаимодействия с переизлучателем, движущимся в направлении распространения света, частота света уменьшается, то есть свет и в этом случае получает красное смещение.

Таким образом, в обоих случаях – когда переизлучатель приближается к источнику и когда он удаляется от источника – частота света уменьшается от ν_0 до $\nu < \nu_0$:

$$\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2}) \quad (4-12)$$

то есть в обоих случаях возникает красное смещение. Красное смещение возникает из-за эффекта Доплера, но оно не связано с движением источника света или наблюдателя. Красное смещение возникает в результате взаимодействия света с движущимся переизлучателем, хотя источник света и наблюдатель неподвижны относительно среды, в которой распространяется свет.

В реальной межзвездном пространстве переизлучателями являются движущиеся скопления газа. На своем долгом пути от звезд к Земле фотоны неоднократно встречаются с движущимися скоплениями и каждый раз их частота очень незначительно уменьшается.

Формула $v = v_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$ не противоречит наблюдениям, так как наблюдаемые

космологические красные смещения пропорциональны частотам. Так как количество движущихся переизлучателей на пути от галактик не известно и может от галактики к галактике отличаться очень сильно, эта формула не позволяет определить величину красного смещения в каждом конкретном случае. Формула (4-12) объясняет только причину возникновения космологического красного смещения.

Факт изменения частоты при взаимодействии света с движущимся переизлучателем подтверждается экспериментом Физо. Если через движущуюся воду пропустить не оба интерферирующие луча, как это делается во всех экспериментах, а лишь только один, интерференционная картина оказывается нестационарной и полосы непрерывно движутся, так как частота луча, прошедшего через движущуюся воду, оказывается меньше частоты второго луча.

Объяснение космологического красного смещения переизлучением фотонов движущимися газообразными скоплениями позволяет отказаться от гипотезы расширения Вселенной, пересмотреть космологическую шкалу расстояний, решить проблему квазаров и многие другие проблемы современной космологии.

5. Как постулат инвариантности скорости света может быть опровергнут экспериментально.

Постулат инвариантности утверждает, что скорость света не зависит ни от движения источника, ни от движения наблюдателя. В теории относительности движение источника света эквивалентно движению наблюдателя, и поэтому эксперименты с движением источника рассматриваются как подтверждение постулата инвариантности. Но на самом деле независимость скорости света от движения источника во всех реальных ситуациях объясняется только влиянием среды. С учетом влияния на скорость света среды движение наблюдателя очевидно не может быть эквивалентным движению источника. Поэтому никакие эксперименты с движением источника света опровергнуть постулат инвариантности не могут. Ошибочность этого постулата может быть доказана только экспериментом с движением наблюдателя.

Движущийся наблюдатель может обнаружить влияние собственного движения на скорость, с которой свет входит в его оборудование, только если будут выполнены следующие два условия:

- наблюдатель должен двигаться с максимально возможной скоростью относительно среды, в которой распространяется свет,
- прежде чем свет попадет в измерительное оборудование, он не должен взаимодействовать ни с какими движущимися вместе с наблюдателем стеклами, зеркалами и другими переизлучателями, которые могут изменить реальную скорость света относительно наблюдателя.

В атмосфере Земли свет распространяется со скоростью C_A , которая меньше чем C почти на 90 км/с. Очевидно, что в атмосфере наблюдатель не может двигаться навстречу лучу с такой скоростью V , чтобы скорость света ($C_A + V$) относительно него оказалась больше C . Эксперимент с движением наблюдателя возможен только на орбите спутника Земли, где свет относительно разреженной атмосферы распространяется со скоростью, очень близкой к C , а наблюдатель с измерительным оборудованием может двигаться

навстречу лучу света со скоростью 8-10 км/с. В этом случае эксперимент может доказать, что скорость света относительно наблюдателя зависит от скорости движения наблюдателя и может быть больше, чем C .

5.1. Орбитальный эксперимент с интерферометром, движущимся навстречу лучу света.

Эксперимент с движущимся интерферометром является основным из предлагаемых нами экспериментов по проверке постулата инвариантности скорости света.

Цель этого эксперимента – доказать, что скорость, с которой свет движется относительно наблюдателя, зависит от движения наблюдателя и что относительно наблюдателя, движущегося в разреженной газовой среде навстречу лучу света, свет может двигаться со скоростью, большей чем C . Сравнение скорости, с которой свет движется относительно наблюдателя, со скоростью C может быть осуществлено с помощью разработанного нами интерферометра, схема которого показана на Рис.5.1.

Интерферометр находится на космической станции, движущейся по орбите вокруг Земли, и работает с лазерным лучом. Работает интерферометр следующим образом.

Когерентный лазерный луч разделяется в интерферометре на три части. Луч $B1$ проходит базовую длину L , не взаимодействуя ни с какими переилучателями, и затем призмой 1 направляется на экран \mathcal{E} , где он интерферирует с лучом $B2$. Лучи $B2$ и $B3$ сначала входят в стеклянную пластинку P и затем идут внутри корпуса интерферометра к полупрозрачным зеркалам 2 и 3. На экране получаются две интерференционные картины – основная и дополнительная. Основная интерференционная картина создается в центре экрана лучами $B1$ и $B2$ с помощью призмы 1 и полупрозрачного зеркала 2. Дополнительная опорная картина создается лучами $B2$ и $B3$ и полупрозрачными зеркалами 2 и 3. Опорная интерференционная картина введена для того, чтобы исключить

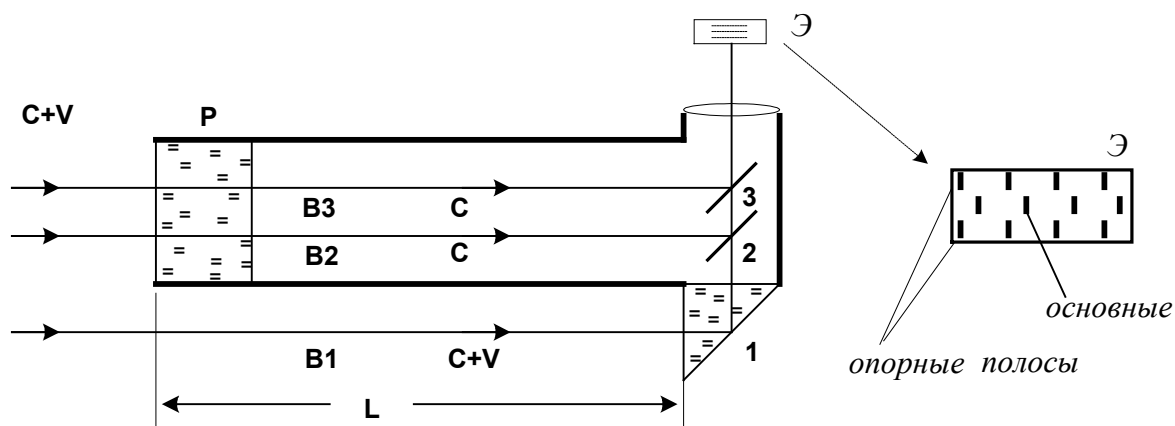


Рис.5.1

погрешность измерения, возникающую за счет незначительных отклонений интерферометра от направления на лазерный луч. Основная и опорная картины разделяются на экране с помощью зачернения соответствующих участков призмы 1 и стеклянной пластинки P . Толщина стеклянной пластинки P равна длине пути, проходимому лучом $B1$ в призме 1.

Если интерферометр неподвижен относительно разреженной газовой среды, в которой лазерный луч распространяется со скоростью, практически равной C , все три луча относительно интерферометра идут с одинаковой скоростью C , и основные интерференционные полосы находятся в некотором начальном положении относительно опорных полос (например, совпадают с ними).

Если интерферометр со скоростью V движется навстречу лучу, луч относительно интерферометра движется со скоростью $(C+V)$, то есть луч В1 расстояние L проходит со скоростью $(C+V)$. Но лучи В2 и В3, входя в стеклянную пластинку P со скоростью $(C+V)$, изменяют свою скорость и в стекле идут со скоростью $C/n_{ст}$. Так как внутри корпуса разреженная газовая среда неподвижна относительно интерферометра, лучи В2 и В3 расстояние L проходят с такой же скоростью C , как и при неподвижном интерферометре. Так как луч В1 расстояние L проходит со скоростью $(C+V)$, а лучи В2 и В3 идут со скоростью C , основные интерференционные полосы смещаются относительно опорных полос, как это показано на Рис.5.1. Смещение полос пропорционально скорости V . По существу, этот интерферометр является измерителем скорости движения относительно разреженной среды. При орбитальной скорости движения $V=7,9$ км/с основная интерференционная картина должна смещаться на одну полосу при длине L в интерферометре около 3 см.

В этом эксперименте интерферометр должен с орбитальной скоростью $V=7,9$ км/с двигаться относительно разреженной атмосферы, в которой лазерный луч распространяется со скоростью, практически равной C . Для этого лазер может быть размещен на втором спутнике, движущемся по такой же орбите впереди космической станции на расстоянии в несколько сотен метров, а интерферометр должен располагаться снаружи космической станции и находиться в ее передней части.

Возможен также вариант с размещением лазера (или зеркала, ограждающего лазерный луч в сторону интерферометра) на длинной штанге, установленной непосредственно на космической станции в ее передней части, как это показано на Рис.5.2. Интерферометр должен быть расположен снаружи станции на максимально возможном расстоянии от лазера. Обязательным условием этого эксперимента является отсутствие каких-либо защитных стекол перед интерферометром. Наблюдение за смещением интерференционных полос может осуществляться с помощью телевизионной камеры, передающей изображение

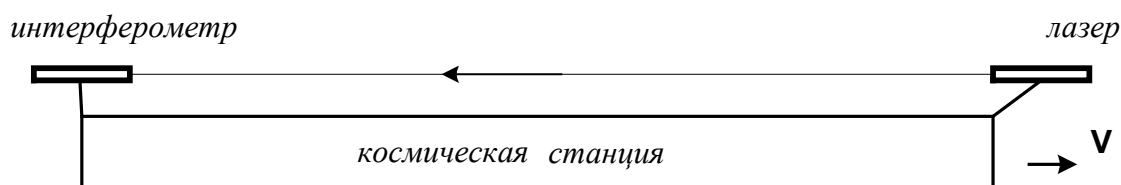


Рис.5.2

в космическую станцию. В этом эксперименте смещение полос должно изменяться при изменении ориентации станции относительно направления ее движения (при повороте станции на 180° полосы смещаются в обратном направлении).

Интерферометр, изображенный на Рис.5.1, может работать со светом яркой звезды. В этом случае расположенный снаружи космической станции интерферометр должен быть постоянно ориентирован на звезду. Во время движения по орбите основные

интерференционные полосы будут периодически смещаться относительно опорных полос в соответствии с изменением скорости света звезды относительно движущегося интерферометра.

5.2. Другие возможные эксперименты.

Эксперимент с движущимся интерферометром позволит непосредственно сравнить реальную скорость, с которой луч света движется относительно наблюдателя, со скоростью C , то есть позволит осуществить прямую проверку постулата инвариантности скорости света. Кроме этого эксперимента возможны и другие эксперименты, доказывающие ошибочность основных утверждений специальной теории относительности.

5.2.1. Эксперименты с изменением угла преломления.

Д. Араго при проведении своих экспериментов с телескопом и призмой предполагал, что углы преломления зависят от скорости, с которой свет входит в стекло. Это предположение является абсолютно естественным для волновой гипотезы света и, если оно верно, идея Араго может быть реализована в следующем эксперименте.

Наблюдатель с телескопом находится на космической станции, движущейся по орбите вокруг Земли, и наблюдает свет, идущий от звезды (Рис.5.3,а). Телескоп постоянно направлен на звезду, расположенную в плоскости орбиты космической станции. При скорости движения станции V объектив телескопа встречается со светом звезды со скоростью, которая периодически изменяется от $(C+V)$ до $(C-V)$.

Если угол преломления, как это предполагал Араго, зависит от скорости, с которой свет входит в объектив телескопа, в телескопе должно иметь место периодическое заметное изменение фокусного расстояния. В этом случае эксперимент с изменением фокусного расстояния в телескопе окажется самым простым из предлагаемых нами экспериментов. Обязательным условием при проведении этого эксперимента является отсутствие каких-либо защитных стекол перед объективом телескопа.

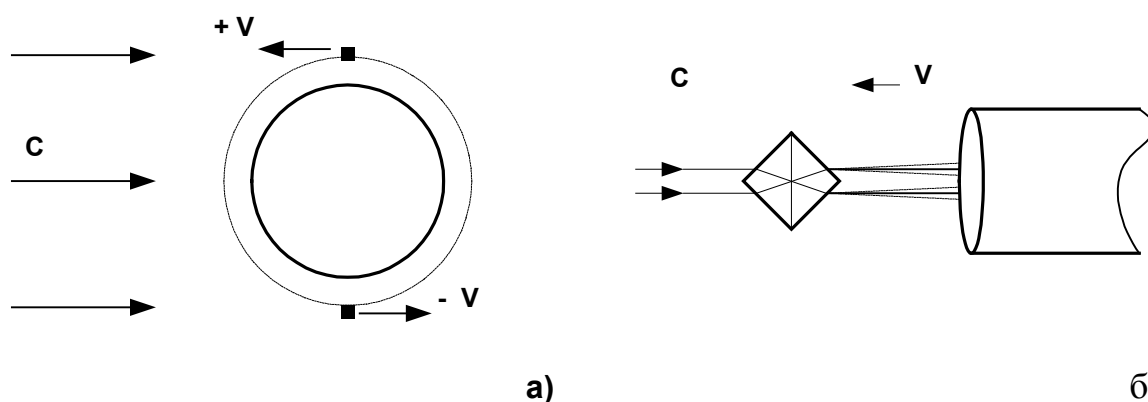


Рис.5.3

Таким же простым может оказаться орбитальный эксперимент с изменением угла преломления, аналогичный эксперименту Араго с призмой. На Рис.5.3,б перед телескопом

установлены две призмы, сложенные в виде куба. Свет звезды должен входить в две грани куба под углом 45° и из двух других граней входить в объектив телескопа, так чтобы в телескопе получились два изображения звезды. При движении телескопа по орбите скорость света относительно стеклянного куба будет изменяться от $(C + V)$ до $(C - V)$ и поэтому будут изменяться углы преломления в стекле куба. В результате расстояния между изображениями звезды в телескопе будут периодически изменяться, что будет свидетельствовать об изменении скорости света относительно движущихся приборов.

5.2.2 Эксперимент с движущимся в воздухе «световым стержнем».

Цель этого эксперимента – доказать ошибочность вывода специальной теории относительности о сокращении продольной длины движущихся тел. Возможность проверить сокращение длины появилась более 30 лет назад, когда М.Дюгуа сфотографировал световой пакет длиной (2-3) сантиметра, который двигался в воде со скоростью 220 000 км/с (http://scinl.chem.wisc.edu/everitt/docs/duguay_paper/index.html).

Хотя М.Дюгуа проанализировал некоторые релятивистские эффекты, он не обратил внимания на возможность проверить сокращение длины, в то время как при скорости 220000 км/с длина светового пакета в соответствии с СТО должна сократиться более чем вдвое.

Кратковременный лазерный импульс создает короткий отрезок луча (световой пакет). Длина L этого пакета зависит от длительности импульса и показателя преломления среды, через которую пропускается этот импульс. Этот световой пакет можно рассматривать как движущийся «световой стержень», который может двигаться с очень большой скоростью и который, как показал М.Дюгуа, можно сфотографировать. Измерив длину светового пакета на фотографии, можно определить, отличается ли длина движущегося стержня от его действительной длины или нет.

Этот эксперимент может быть проведен не в воде, где световой пакет движется со скоростью 220 км/с, а в воздухе, где он движется со скоростью около 0,9997 C . В соответствии с теорией относительности длина движущегося с такой скоростью «светового стержня» должна сократиться в 40 раз, что может быть легко проверено экспериментально. Чтобы лазерный «световой пакет» был виден сбоку, воздух, в котором он движется, должен быть слегка задымлен. Так же, как в эксперименте М.Дюгуа, должна использоваться фотокамера с быстродействующим 10 пкс затвором. Если сокращение длины имеет место, световой пакет с длиной около 30 см на фотографии должен иметь длину меньше 1см. Этот эксперимент покажет, что никакого сокращения длины нет, то есть это «следствие» теории относительности ошибочно.

5.2.3. Изменение частоты света при взаимодействии с движущимся переизлучателем.

В соответствии с теорией относительности частота света, приходящего к наблюдателю, не изменяется, если наблюдатель и источник света неподвижны один относительно другого. Выше, в разделах 4.5.3 и 4.9 показано, что частота света уменьшается при переизлучении света движущимся переизлучателем. Если наблюдатель неподвижен относительно источника света, но на пути от источника к наблюдателю свет

взаимодействует с движущимся со скоростью V переизлучателем, наблюдатель вместо частоты ν_0 в соответствии с выражением (4-12) получает частоту $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$. Выражение (4-12) очевидно противоречит теории относительности, но оно может быть проверено в следующем простом эксперименте (Рис.5.4)

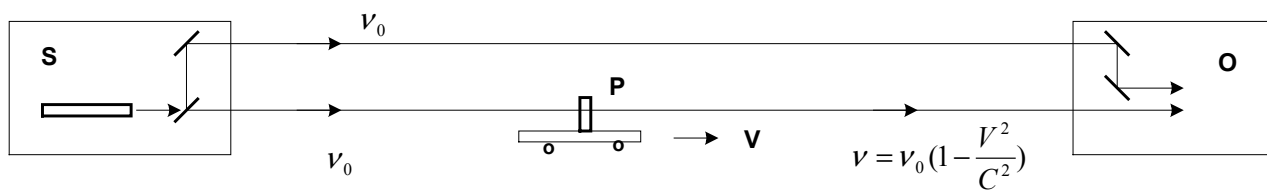


Рис.5.4

Наблюдатель O неподвижен и расположен на расстоянии в несколько километров от лазерного источника S . От источника света к наблюдателю идут два монохроматических луча. Один луч проходит через стеклянную пластинку P , установленную на транспортном средстве, движущемся со скоростью 150-200 километров в час. Луч, прошедший через движущуюся стеклянную пластинку, приходит к наблюдателю с частотой $\nu < \nu_0$. Наблюдатель сравнивает частоты лучей и убеждается, что в результате взаимодействия с движущимся переизлучателем лазерный луч уменьшает частоту в соответствии с выражением (4-12) как в случае, когда переизлучатель движется в направлении к наблюдателю, так и в случае, когда переизлучатель движется в обратном направлении.

Выражение (4-12) может быть также проверено в эксперименте с двухлучевым интерферометром на орбите спутника Земли (Рис.5.5). Интерферометр имеет герметичный корпус, но один из лучей (луч 1) проходит вне корпуса. Интерферометр располагается вне спутника так, чтобы луч 1 был направлен параллельно скорости движения спутника V .

Спутник относительно разреженной атмосферы Земли движется со скоростью V . Поэтому с такой же скоростью V разреженная газовая среда движется относительно интерферометра. Этот эксперимент подобен экспериментам по увлечению света движущейся средой, но в этом случае движущаяся среда воздействует не на оба, а только на

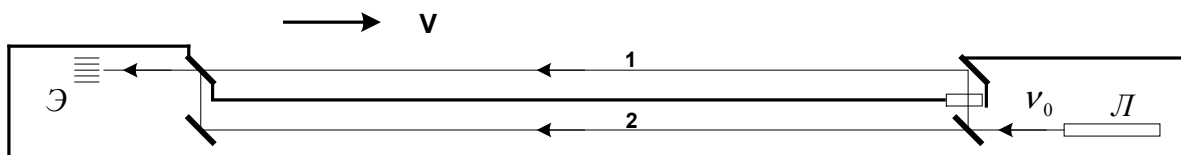


Рис.5.5

один интерферирующий луч. Луч 2 приходит к экрану Э с частотой ν_0 , а луч 1 в результате взаимодействия с движущейся средой изменяет частоту и к экрану приходит с пониженной частотой $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$. С такой же частотой $\nu = \nu_0(1 - \frac{V^2}{C^2})$ луч 1 приходит к экрану и в том случае, если среда относительно интерферометра движется в обратном направлении. В обоих случаях интерференционные полосы на экране непрерывно движутся в одном и том же направлении, и это доказывает, что при взаимодействии с движущейся средой свет уменьшает частоту в соответствии с выражением (4-12).

5.2.4. Поперечный эффект Доплера.

Когда источник света, излучающий частоту ν_0 , движется в направлении, перпендикулярном линии «источник света-наблюдатель», к наблюдателю приходит свет с частотой $\nu = \nu_0\sqrt{1 - \beta^2}$, меньшей чем ν_0 , то есть имеет место известный поперечный эффект Доплера при движении источника. Как показано выше (раздел 4.6), уменьшение частоты при движении источника света имеет чисто кинематическое объяснение. В теории относительности это уменьшение частоты объясняется тем, что в движущейся системе происходит замедление времени. В соответствии с принципом относительности такое же уменьшение частоты должно иметь место и в том случае, когда источник света неподвижен, а со скоростью V движется наблюдатель.

Однако, как мы показали в разделе 4.6, при движении наблюдателя частота должна не уменьшаться, а наоборот увеличиваться, то есть в этом случае также возникает поперечный эффект, но наблюдатель в соответствии с выражением (4-11) получает частоту $\nu = \nu_0\sqrt{1 + \beta^2}$, большую чем ν_0 , а не частоту $\nu = \nu_0\sqrt{1 - \beta^2}$.

Увеличение частоты при движении наблюдателя в направлении, перпендикулярном линии «источник света-наблюдатель», очевидно противоречит теории относительности, но это увеличение частоты может быть проверено в следующем эксперименте (Рис.5.6).

Наблюдатель О1 принимает световой сигнал от лазерного источника S2, находящегося на спутнике и движущегося со скоростью V . Второй наблюдатель О2 (или только приемник света) находится на спутнике и принимает световой сигнал от второго

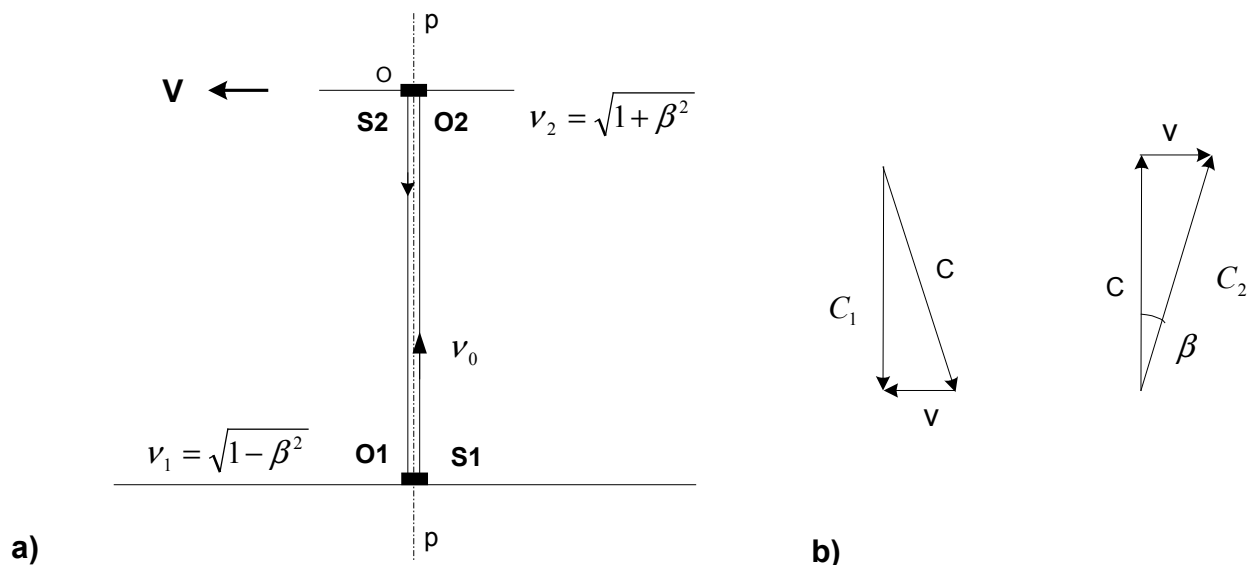


Рис.5.6

лазерного источника света S1, находящегося на поверхности Земли около наблюдателя O1. Оба источника излучают строго одинаковую частоту ν_0 . На Рис.5.6,а линия pp проходит через наблюдателя O1 и перпендикулярна скорости спутника V.

В момент, когда спутник в точке O пересекает линию pp, источник света S2 движется перпендикулярно линии «наблюдатель O1- источник света S2». Наблюдатель O1 сравнивает частоту света, излученного источником S2 в момент прохождения им точки O, с частотой ν_0 и видит, что эта частота $\nu_1 = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2}$ оказывается меньше, чем частота ν_0 , то есть имеет место поперечный эффект Доплера при движении источника света.

К наблюдателю O1 свет приходит с частотой, меньшей чем ν_0 , так как в направлении к нему фотоны идут с начальной скоростью $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$, меньшей чем C (Рис.5.6,б). Из точки O от движущегося источника S2 к наблюдателю O1 приходят только фотоны, излученные источником под некоторым углом назад. Эти фотоны после суммирования скорости C со скоростью V идут с начальной скоростью $\bar{C}_1 = \bar{C} + \bar{V}$ вдоль линии pp. После переизлучения атомами атмосферы фотоны со скоростью $\frac{C}{n_A}$ вдоль линии pp идут к наблюдателю. Важно отметить, что свет с частотой $\nu_1 = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2}$ приходит к

наблюдателю O1 не в момент пересечения спутником линии pp, а с задержкой на время $\frac{h}{c}$,

в течение которого свет проходит расстояние h от спутника до наблюдателя. Когда спутник пересекает линию pp и проходит точку O, наблюдатель O2 движется перпендикулярно лучу света, идущего от источника S1. Когда наблюдатель движется относительно луча света, также возникает поперечный эффект доплера. Но наблюдатель в этом случае получает не частоту $\nu_1 = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2}$, а частоту $\nu_2 = \nu_0 \sqrt{1 + \beta^2}$, большую чем ν_0 . Частота света увеличивается из-за того, что скорость света C векторно суммируется со

скоростью V и поэтому свет встречается с движущимся наблюдателем со скоростью C_2 , большей чем C , как это показано на Рис.5.6,b. Из точки O движущийся наблюдатель видит источник $S1$ под углом аберрации β .

Основная задача эксперимента заключается в том, чтобы сравнить частоту света, принимаемую на спутнике наблюдателем $O2$, с частотой ν_0 строго в тот момент, когда спутник проходит над источником $S1$, то есть в момент, когда он пересекает линию pp и находится в точке O с точностью до нескольких метров, что в настоящее время, по нашему мнению, вполне осуществимо. Тот факт, что вблизи точки O наблюдатель на спутнике получит частоту, большую чем ν_0 , докажет, что поперечный эффект Доплера при движении наблюдателя противоречит специальной теории относительности.

Заключение.

Ситуация в современной физике подобна ситуации в древней астрономии во время господства системы Птолемея, предполагавшей, что Земля находится в центре Вселенной и все планеты и звезды вращаются вокруг нее. Геоцентрическая система довольно точно описывала движения небесных тел, но ошибочно объясняла причины такого сложного их поведения. Теория относительности описывает большое число оптических явлений, но объясняет их в принципе ошибочно.

Лежащий в основе специальной теории относительности постулат независимости скорости света от движения источника и от движения наблюдателя приводит к странным выводам о замедлении времени, увеличении массы и сокращении длины в движущихся системах. С учетом этого постулата и вытекающих из него выводов ошибочно объясняются известные явления и эксперименты (Физо, Араго, Майкельсона и др.) и не проводятся новые эксперименты, если они противоречат этому постулату.

Однако сам постулат инвариантности скорости света не подтвержден экспериментально. Убедительно доказана независимость скорости света от движения источника, но эксперименты по проверке зависимости скорости света от движения наблюдателя, кроме ошибочного эксперимента Араго, никем никогда не проводились. Кроме того, известное явление звездной аберрации не может быть объяснено специальной теорией относительности и очевидно противоречит этой теории.

Теория относительности оказала огромное влияние на физику 20 века и определила направление развития современной космологии. Ошибочное объяснение этой теорией космологического красного смещения заставило принять гипотезу Большого Взрыва, а оценка космологических расстояний по величине красного смещения привела к нагромождению неразрешимых противоречий (квезары, черные дыры и т.д.).

Почти 100 лет назад был принят ошибочный постулат инвариантности скорости света, приведший к созданию теории относительности и утверждающий, что скорость света не зависит от движения наблюдателя. Предлагаемые в данной статье эксперименты докажут, что скорость света зависит от движения наблюдателя и что относительно наблюдателя свет идет с большей скоростью, если наблюдатель движется навстречу лучу света.

Необходимость в проведении этих экспериментов очевидна, так как важен не только положительный, но и отрицательный результат этих экспериментов. Отрицательный результат может стать первым достоверным доказательством независимости скорости света

от движения наблюдателя. Положительный результат этих экспериментов докажет, что специальная теория относительности неверна в принципе.