



## О. Ремер

1644—1710

---

### О скорости света

Вопрос о том, конечна или бесконечно велика скорость света, начал широко обсуждаться уже в первой половине XVII в. С одной стороны, это было связано с развитием оптики и попытками выяснить природу света, а с другой — со стремлением к решению физических проблем путем постановки количественных экспериментов. В 1638 г. Г. Галилей в книге «Беседы и математические доказательства ...» устами своих героев обсудил этот вопрос и предложил схему эксперимента для определения скорости света. На практике опыт, проведенный по схеме Галилея, не дал определенных результатов, однако Галилей, будучи сторонником представлений о конечности скорости света, справедливо указал, что при усовершенствовании методики проведения опыта его итог может оказаться другим. Значительным событием в истории физики стала георетическая дискуссия между П. Ферма и Р. Декартом (а также его последователями) о скорости света, приведшая Ферма к выдвижению «принципа наименьшего времени» для описания распространения света. В наши дни ясно, что с помощью экспериментальной техники XVII в. измерение скорости света в земных условиях было невозможно. Поэтому совершенно естественно, что доказательство конечности скорости света и первая оценка ее величины были получены в астрономии. Автором этого доказательства был датский ученый О. Ремер.

**О**лаф (Оле) Ремер родился в Ааргузе в Ютландии 25 сентября 1644 г. в семье купца. Образование он получил в Копенгагенском университете, где сначала изучал медицину, а затем занялся физикой и астрономией под руководством Э. Бартолина. В 1671 г. французский астроном Ж. Пикар, приехавший в Данию для определения географических координат знаменитой обсерватории Т. Браге, пригласил Ремера для работы в Парижской обсерватории. Ремер принял приглашение.

В Париже Ремер не только проводил разнообразные астрономические наблюдения, но и участвовал в решении ряда технических проблем, а также обучал математике наследника французского престола. Работая в Обсерватории, в 1676 г. он сделал открытие первостепенной важности — доказал конечность скорости света.

После возвращения на родину Ремер занял кафедру математики столичного университета и продолжил астрономические

исследования. Он создал первоклассную обсерваторию, где провел наблюдения, позволившие определить положение свыше 1000 звезд, которые были впоследствии использованы для установления собственных движений ряда звезд. Ремер уделял много внимания созданию новых астрономических приборов. Он изобрел и изготовил пассажный инструмент, имевший точно разделенный круг, создал меридианный круг, усовершенствовал микрометр, построил ряд других инструментов. Авторитет Ремера в точном приборостроении был очень высок. Сам Лейбниц советовался с ним относительно оборудования обсерватории. К сожалению, инструменты Ремера погибли во время пожара.

Несмотря на увлечение научными исследованиями, Ремер принимал активное участие в общественной и политической жизни Дании. По поручению короля он выполнял множество поручений инженерного характера (был смотрителем дорог королевства, занимался вопросами строительства портов и т. д.). Кроме того, он разработал новую систему налогообложения, исполнял обязанности сенатора, а в конце жизни стал даже главой государственного Совета. Умер ученый 19 сентября 1710 г.

Установление Ремером конечности скорости света явилось «побочным продуктом» его наблюдений одного из спутников Юпитера. Эти наблюдения велись в надежде составить таблицу затмений спутника, которую можно было бы использовать для определения географической долготы точек земной поверхности на море. Сравнение местного времени начала или конца затемнения с табличным значением (определенным для фиксированной точки) позволило бы найти долготу места наблюдения. Во время наблюдений было обнаружено, что в затмениях первого спутника Юпитера наблюдаются отклонения от периодичности, которые Ремер объяснил конечностью скорости распространения света. В сентябре 1676 г. на заседании Парижской Академии наук он, руководствуясь этой идеей, предсказал, что затмение, которое должно было наблюдаться 9 ноября того же года, произойдет на 10 минут позже, чем следует из расчетов, не учитывающих время распространения света от Юпитера до Земли. Хотя предсказание Ремера блестяще подтвердилось, его вывод подвергся резкой критике со стороны директора Обсерватории Дж. Д. Кассини. Молодому ученому пришлось отстаивать свою точку зрения. Следует, однако, отметить, что большинство крупнейших ученых того времени, таких, как Х. Гюйгенс, Г. В. Лейбниц, И. Ньютон, разделяли взгляды Ремера и ссылались на его открытие. Отметим, что скорость света была первой фундаментальной постоянной, вошедшей в арсенал физических констант.

## Доказательство, касающееся движения света

В течение долгого времени философы затруднялись решить с помощью какого-либо опыта, переносится ли действие света мгновенно на любое расстояние или это требует времени. Месье Ремер из Королевской Академии наук обнаружил способ, почерпнутый из наблюдений первого спутника Юпитера<sup>1</sup>, с помощью которого он показал, что для [прохождения] расстояния примерно 3000 лье, т. е. приблизительно равного диаметру Земли, свету не требуется и одной секунды.

Пусть  $A$  [рис. 35] — Солнце,  $B$  — Юпитер,  $C$  — первый спутник Юпитера, который входит в тень паленты, чтобы выйти из нее в [точке]  $D$ , и пусть  $E, F, G, H, L, K$  — положения Земли на различных расстояниях.

Предположим, что с Земли, находящейся в  $L$ , вблизи второй квадратуры<sup>2</sup> Юпитера, виден его первый спутник во время выступления из тени в [точке]  $D$ , и затем спустя примерно  $42\frac{1}{2}$  ч, т. е. после одного оборота этого спутника, когда Земля находится в точке  $K$ , он виден вновь возвращающимся в точку  $D$ . Ясно, что если свету требуется время, чтобы пройти расстояние  $LK$ , то спутник будет виден возвратившимся в точку  $D$  позже, чем если бы Земля оставалась в точке  $L$ . Таким образом, обращения этого спутника, наблюдаемые так по выступлениям из тени, будут запаздывать на такое время, которое требуется свету, чтобы пройти от  $L$  до  $K$  и наоборот, в другой квадратуре  $FG$ , где Земля приближается, идя навстречу свету, обращения [наблюдаемые] по вступлению в тень будут казаться настолько же укороченными, насколько обращения [наблюдавшиеся] по выступлению из тени казались удлиненными. И поскольку за  $42\frac{1}{2}$  ч, которые этот спутник тратит, чтобы совершить приближенно одно обращение, расстояние между Землей и Юпитером в той или иной квадратуре изменится по меньшей мере на 210 диаметров Земли, то отсюда следует, что если бы для [прохождения] каждого диаметра Земли требовалась 1 с, то свету потребовалось бы  $3\frac{1}{2}$  мин для прохождения каждого интервала  $FG$ ,  $KL$ , что приведет к разнице примерно в половину четверти часа между двумя обращениями первого спутника, из которых одно наблюдается в  $FG$ , а другое — в  $KL$ , в то время как никакой ощутимой разницы не отмечается.

Однако из этого не вытекает, что свету совсем не требуется времени: ибо после более тщательного изучения вещей он обнаружил, что незаметное для двух обращений становится весьма значительным для многих [обращений], взятых вместе, и что, например, 40 оборотов, наблюдаемых со стороны [точки]  $F$ , были бы заметно короче, чем 40 других, наблюдаемых с противоположной стороны, в каком бы месте зодиака ни оказался

Юпитер. По этой причине необходимо 22 [минуты] для [прохождения] интервала *HE*, который является удвоенным расстоянием от нас до Солнца<sup>3</sup>.

Необходимость этого нового уравнения для запаздывания света устанавливается всеми наблюдениями, которые были сделаны в Королевской Академии и в Обсерватории на протяжении восьми лет. Они были вновь подтверждены выступлением из тени первого спутника Юпитера, наблюдавшимся в Париже 9 ноября этого года в  $5^h 35^m 45^s$  вечера, на 10 мин позже, чем следовало ожидать, рассчитывая его на основе тех [наблюдений], что были сделаны в августе, когда Земля была гораздо ближе к Юпитеру, что месье Ремер предсказывал в Академии в начале сентября.

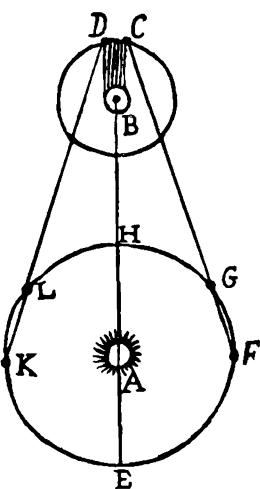


Рис. 35

Но чтобы устранить всякие сомнения, что это неравенство вызвано запаздыванием света, он показывает, что оно не может происходить из-за какого-либо эксцентриситета или другой причины из тех, которые обычно приводят, чтобы объяснить нерегулярности в движении Луны и других планет.

## Комментарий

Перевод с французского работы О. Ремера выполнен С. Р. Филоновичем. Перевод дается по публикации: *Demonstration touchant le mouvement de la lumiere trouvé par M. Römer de l'Academie Royale des Sciences. Journal des Sçavans du lundy 7 Decembre 1676, p. 233—236.*

<sup>1</sup> Речь идет о спутнике Юпитера Ио.

<sup>2</sup> Квадратурой в данном случае называется положение Юпитера, при котором направления Земля — Солнце и Солнце — Юпитер образуют угол  $90^\circ$ .

<sup>3</sup> Причина, по которой Ремер указывает не саму скорость света, а время, за которое свет проходит диаметр земной орбиты, состоит в том, что во второй половине XVII в. этот диаметр не был еще определен с **необходимой точностью**.

## Литература

Собрание работ О. Ремера не издавалось.

[1] Strömgen E. Ole Römer, som astronom. København, 1944.

[2] Roemer et la vitesse de la lumière. Paris, 1978.

[3] Cohen I. B. Roemer and the first determination of the velocity of light. N. Y., 1944.

[4] Филонович С. Р. Самая большая скорость. М., 1983, гл. II.

**Голин Г. М., Филонович С. Р.**

Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.): Справ. пособие. — М.: Высш. шк., 1989. — 576 с.: ил. ISBN 5-06-000058-3