

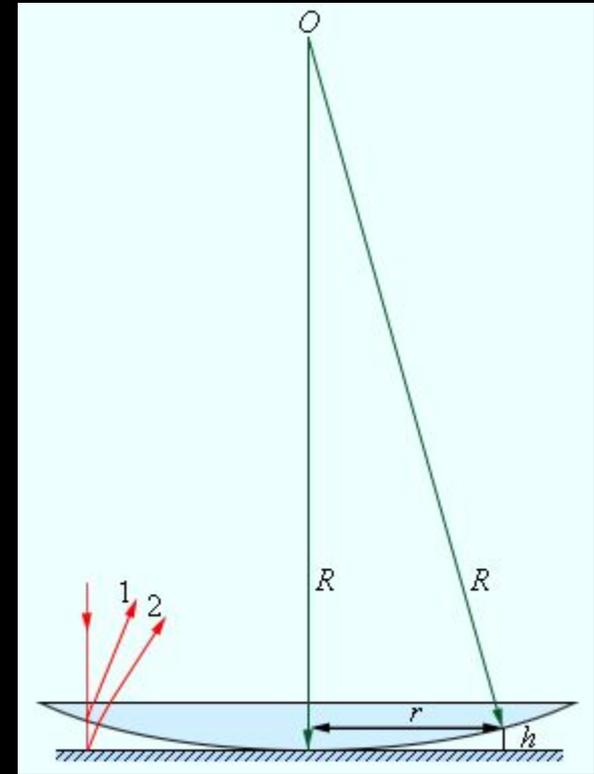
# Интерференция и дифракция света



Догарев И.В.  
Учитель физики  
МОУ «Луганская школа Марьинского района»

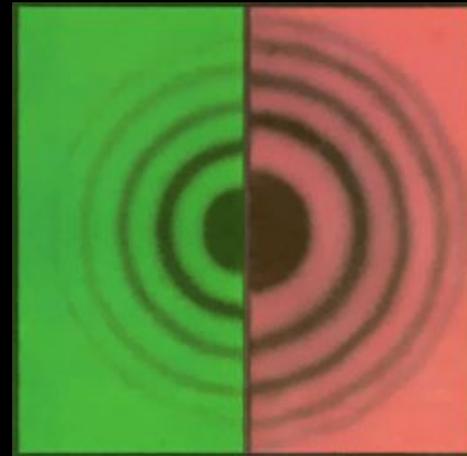
- Интерференция – одно из ярких проявлений волновой природы света. Это интересное и красивое явление наблюдается при определенных условиях при наложении двух или нескольких световых пучков. Интенсивность света в области перекрытия пучков имеет характер чередующихся светлых и темных полос, причем в максимумах интенсивность больше, а в минимумах меньше суммы интенсивностей пучков. При использовании белого света интерференционные полосы оказываются окрашенными в различные цвета спектра. С интерференционными явлениями мы сталкиваемся довольно часто: цвета масляных пятен на асфальте, окраска замерзающих оконных стекол, причудливые цветные рисунки на крыльях некоторых бабочек и жуков – все это проявление интерференции света

- Первый эксперимент по наблюдению интерференции света в лабораторных условиях принадлежит И. Ньютону. Он наблюдал интерференционную картину, возникающую при отражении света в тонкой воздушной прослойке между плоской стеклянной пластиной и плосковыпуклой линзой большого радиуса кривизны. Интерференционная картина имела вид concentric rings, получивших название колец Ньютона



# Кольца Ньютона

- Интерференционная картина, возникающая при отражении света от двух поверхностей воздушного зазора между плоской стеклянной пластинкой и наложенной на нее плоско-выпуклой линзой большого радиуса кривизны, называется кольцами Ньютона. Радиусы колец Ньютона зависят от длины волны  $\lambda$  падающего света и радиуса кривизны  $R$  выпуклой поверхности линзы. В центре картины всегда наблюдается темное пятно.



- где  $r_1$  – радиус первого темного кольца
- Компьютерный эксперимент является аналогом интерференционного опыта Ньютона. Можно изменять длину волны  $\lambda$  света и радиус кривизны  $r$  поверхности линзы. На экране возникает в увеличенном масштабе картина колец Ньютона и высвечивается значение радиуса  $r_1$  первого темного кольца.

Ньютон не смог объяснить с точки зрения корпускулярной теории, почему возникают кольца, однако он понимал, что это связано с какой-то периодичностью световых процессов.

$$r_m = r_1 m^{1/2}$$
$$r_1 = (R\lambda)^{1/2} = 0.77 \text{ мм}$$

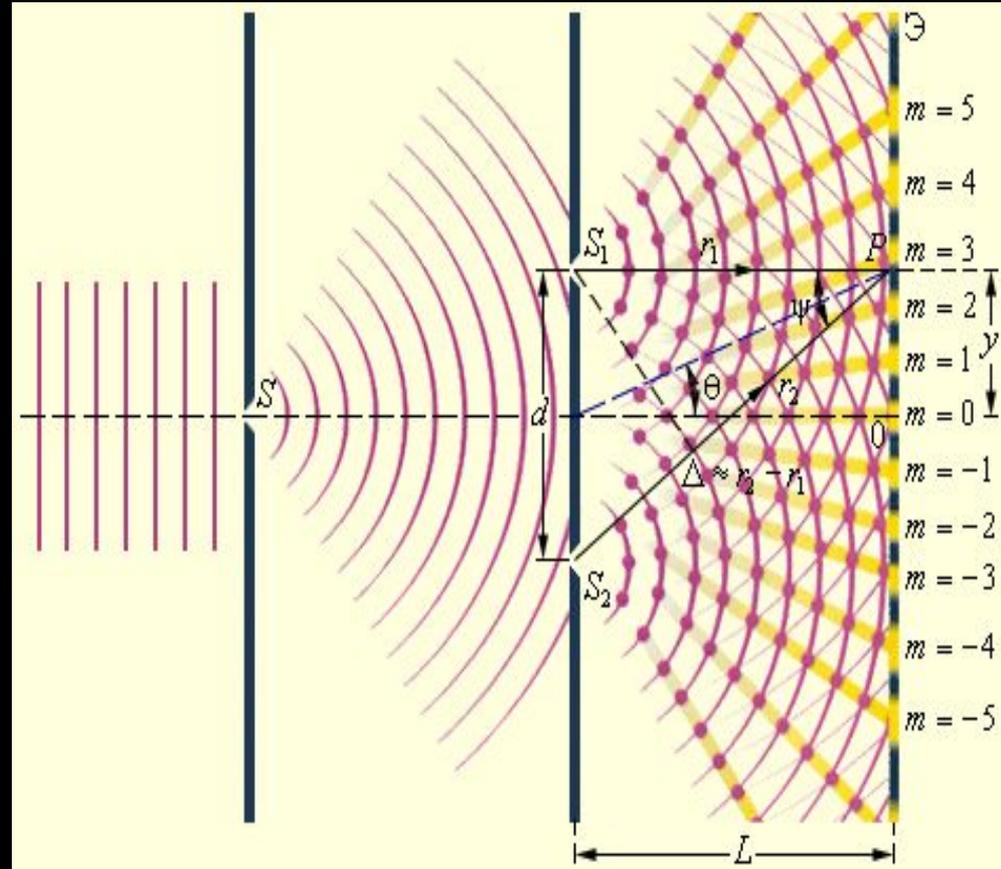
$\lambda = 600$   НМ

$R = 100$   СМ

# Опыт Юнга

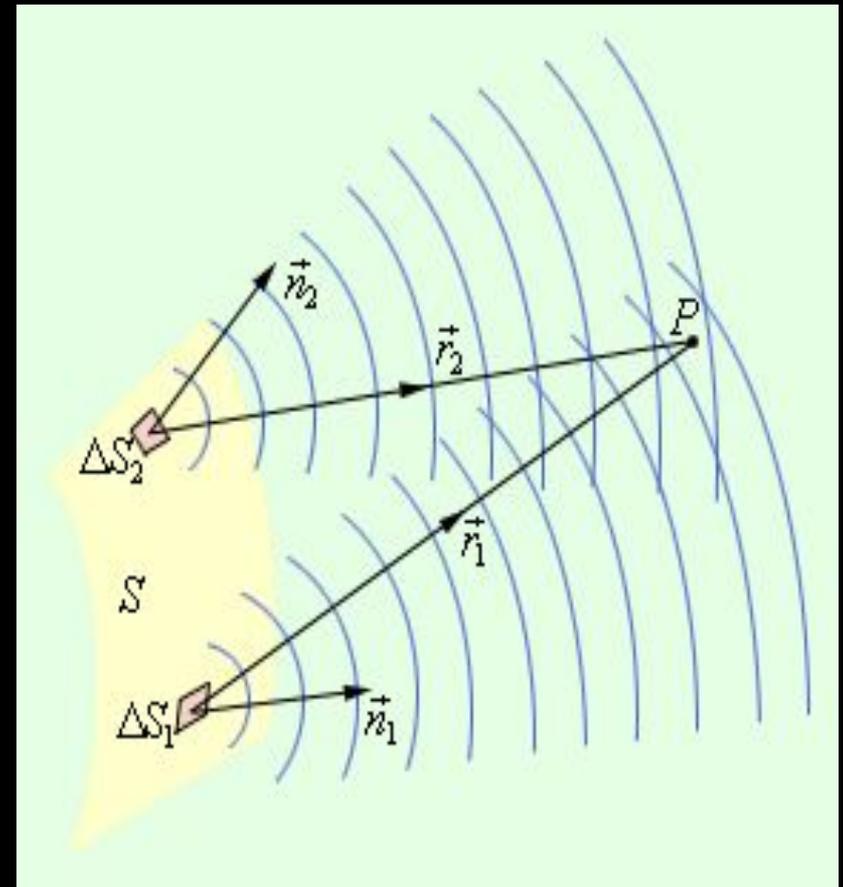
- Исторически первым интерференционным опытом, получившим объяснение на основе волновой теории света, явился опыт Юнга (1802 г.). В опыте Юнга свет от источника, в качестве которого служила узкая щель  $S$ , падал на экран с двумя близко расположенными щелями  $S_1$  и  $S_2$ . Проходя через каждую из щелей, световой пучок уширялся вследствие дифракции, поэтому на белом экране  $\Theta$  световые пучки, прошедшие через щели  $S_1$  и  $S_2$ , перекрывались. В области перекрытия световых пучков наблюдалась интерференционная картина в виде чередующихся светлых и темных полос.

- Юнг был первым, кто понял, что нельзя наблюдать интерференцию при сложении волн от двух независимых источников. Поэтому в его опыте щели  $S_1$  и  $S_2$  освещались светом одного источника  $S$ . При симметричном расположении щелей вторичные волны, испускаемые источниками  $S_1$  и  $S_2$ , находятся в фазе, но эти волны проходят до точки наблюдения  $P$  разные расстояния  $r_1$  и  $r_2$ . Следовательно, фазы колебаний, создаваемых волнами от источников  $S_1$  и  $S_2$  в точке  $P$ , вообще говоря, различны. Таким образом, задача об интерференции волн сводится к задаче о сложении колебаний одной и той же частоты, но с разными фазами. Утверждение о том, что волны от источников  $S_1$  и  $S_2$  распространяются независимо друг от друга, а в точке наблюдения они просто складываются, является опытным фактом и носит название *принципа суперпозиции*.

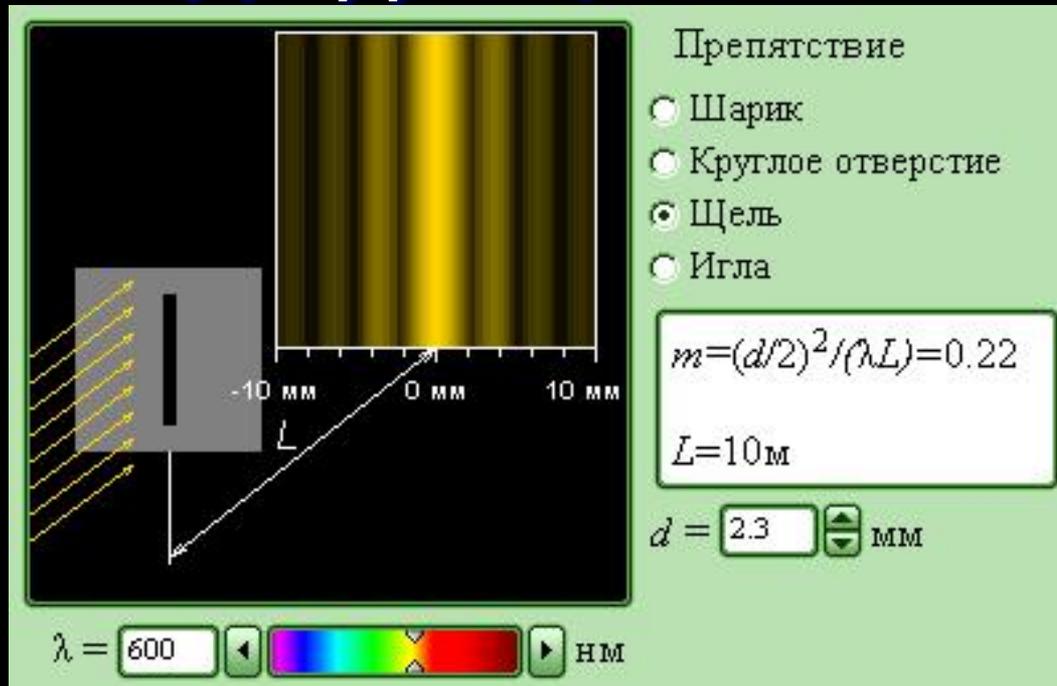


- Диффра́кция во́лн (лат. diffractus — буквально разломанный, переломанный) — явление, которое можно рассматривать как отклонение от законов геометрической оптики при распространении волн. Первоначально понятие дифракции относилось только к огибанию волнами препятствий, но в современном, более широком толковании, с дифракцией связывают весьма широкий круг явлений, возникающих при распространении волн в неоднородных средах, а также при распространении ограниченных в пространстве волн. Дифракция тесно связана с явлением интерференции. При этом само явление дифракции зачастую трактуют как частный случай интерференции (интерференция вторичных волн).
- Дифракция волн наблюдается независимо от их природы и может проявляться:
  - в преобразовании пространственной структуры волн. В одних случаях такое преобразование можно рассматривать как «огибание» волнами препятствий, в других случаях — как расширение угла распространения волновых пучков или их отклонение в определенном направлении;
  - в разложении волн по их частотному спектру;
  - в преобразовании поляризации волн;
  - в изменении фазовой структуры волн.

- французский ученый О. Френель развил количественную теорию дифракционных явлений (1818 г.). В основу теории Френель положил принцип Гюйгенса, дополнив его идеей об интерференции вторичных волн. Принцип Гюйгенса в его первоначальном виде позволял находить только положения волновых фронтов в последующие моменты времени, т. е. определять направление распространения волны. По существу, это был принцип геометрической оптики. Гипотезу Гюйгенса об огибающей вторичных волн Френель заменил физически ясным положением, согласно которому вторичные волны, приходя в точку наблюдения, интерферируют друг с другом



# Дифракция света



- Согласно теории Френеля общий характер дифракционной картины зависит от безразмерного параметра  $m$ , равного числу кольцевых зон Френеля, укладываемых на радиусе круглого препятствия

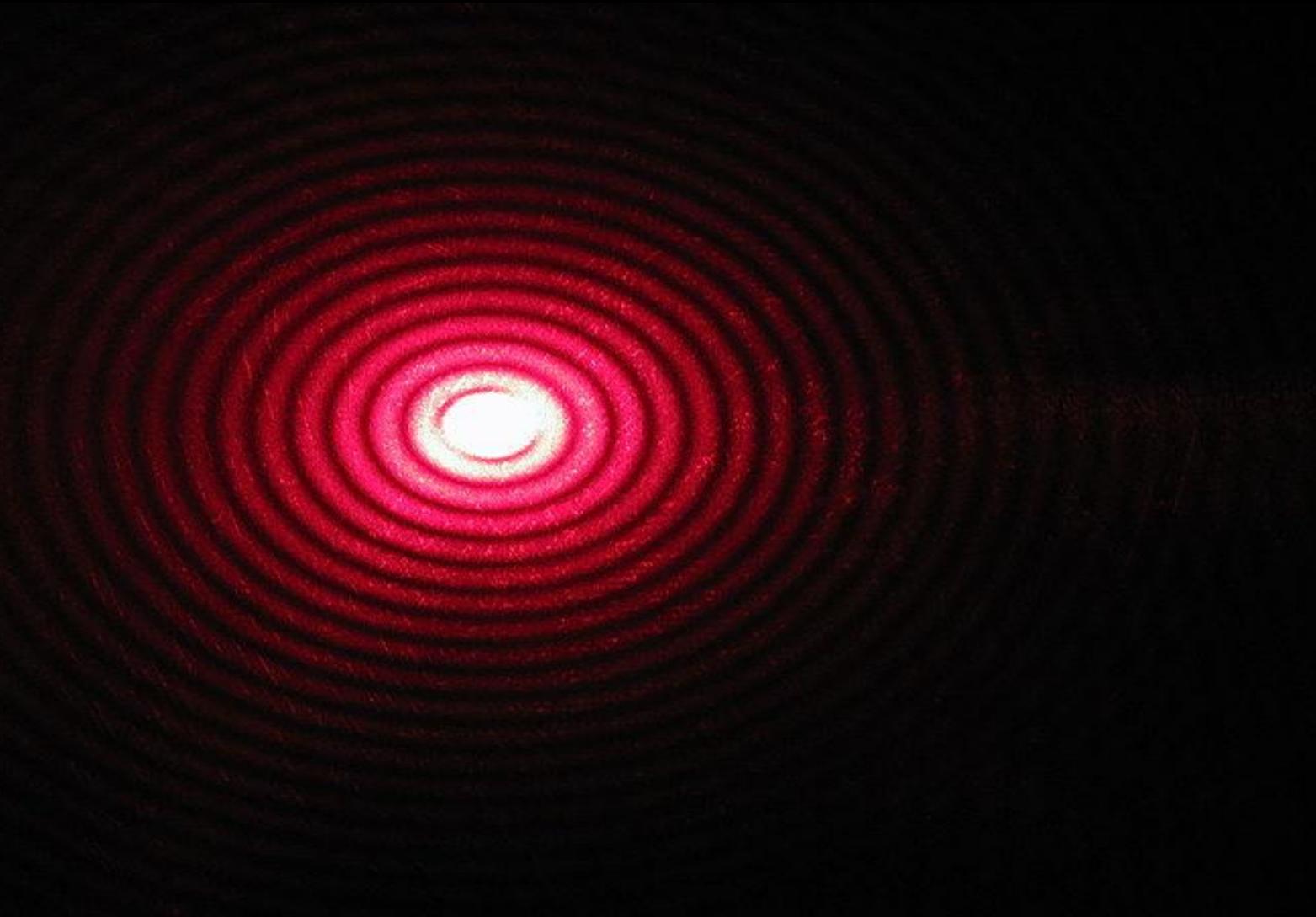
$$m = R^2 / (\lambda L),$$

- или числу полоскообразных зон Френеля, укладываемых на полуширине линейного препятствия

$$m = (d / 2)^2 / (\lambda L).$$

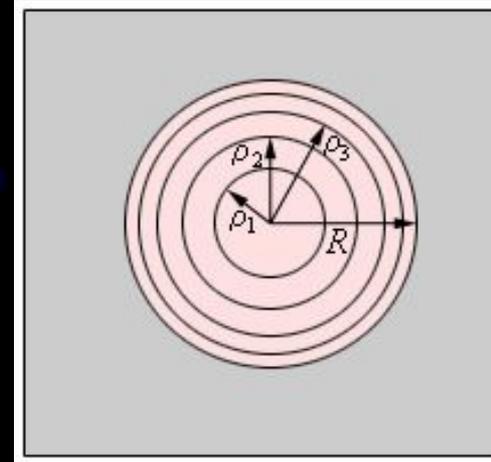
- Число  $m$  зон Френеля, укладываемых на препятствии, однозначно характеризует вид дифракционной картины. Это позволяет моделировать дифракционные явления, используя волны другой области спектра и выбрав соответствующие размеры установки. Так, например, можно моделировать дифракцию радиоволн с помощью света.

Дифракция лазерного луча с длиной волны 650 нм,  
прошедшего через отверстие диаметром 0,2 мм

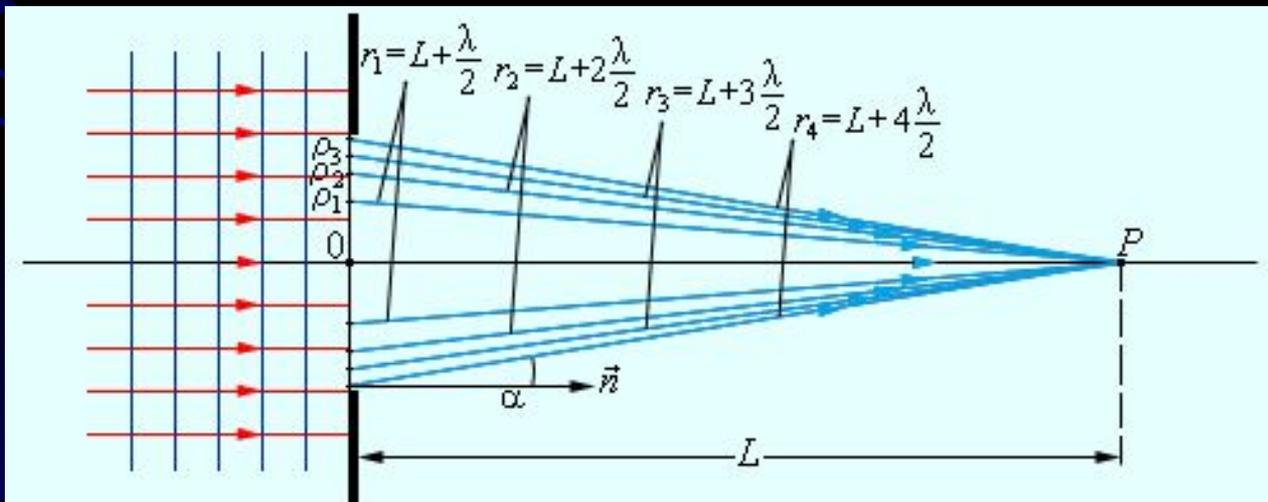


# Прохождение плоской монохроматической волны от удаленного источника через небольшое круглое отверстие радиуса $R$ в непрозрачном экране

- Точка наблюдения  $P$  находится на оси симметрии на расстоянии  $L$  от экрана. В соответствии с принципом Гюйгенса–Френеля следует мысленно заселить волновую поверхность, совпадающую с плоскостью отверстия, вторичными источниками, волны от которых достигают точки  $P$ . В результате интерференции вторичных волн в точке  $P$  возникает некоторое результирующее колебание, интенсивность которого можно определить при заданных значениях длины волны  $\lambda$ , амплитуды  $A_0$  падающей волны и геометрии задачи. Для облегчения расчета Френель предложил разбить волновую поверхность падающей волны в месте расположения препятствия на кольцевые зоны (зоны Френеля) по следующему правилу: расстояние от границ соседних зон до точки  $P$  должны отличаться на полдлины волны, т. е.



- Если смотреть на волновую поверхность из точки  $P$ , то границы зон Френеля будут представлять собой концентрические окружности



КОНЕЦ

