

# Исследовательские работы школьников.

## Использование компьютерного моделирования

*Рыжиков Сергей Борисович*  
*доктор педагогических наук*  
*доцент физического ф-та МГУ*  
*sbr@physics.msu.ru*

*2021*

## *Рыжиков Сергей Борисович*

- 1981 – наст. вр. – проведение Московской олимпиады по физике
- 1991 – 2020 – Директор Вечерней физической школы при физическом ф-те МГУ
- 1999 – 2009 – руководитель команды г. Москвы на Всероссийской олимпиаде по физике
- 2004 – наст. вр. – учитель физики в лицее «Вторая школа» (с 2009 – учитель Высшей категории)

# Энциклопедии

Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В.

1. Энергия и движение

2. Загадки оптики

Изд. ОЛМА медиа груп

2014 - 2015



# Рекомендуемая литература

*Рыжиков С.Б.*

*Рыжикова Ю.В.*

**Загадочные и  
удивительные  
способности зрения**

2018

[http://stoletov.org.ru/  
biblioteka.html](http://stoletov.org.ru/biblioteka.html)



# Литература

Материал доклада изложен в диссертации  
и в монографиях 2012 – 2013;

Доступны на сайте:

*<http://phys.msu.ru/rus/entrants/courses/vfms/>*

# **Материал доклада изложен в трудах *Рыжикова С.Б.***

Физика в школе 2008, №3; 2012, №6; 2015, №4; 2016, №1,  
№6

Физика - Первое сентября 2013, №5; 2015, №11

Вестник МГУ, серия 20, 2008, №2; 2011, №3.

Физическое образование в вузах 2002, №3, 2005, №1

Информатика и образование 2007, №10; 2008, №8; 2011,  
№6.

Школа будущего 2011, №1, №4; 2012, №2, №5, №6,  
2013, №4; 2017, №3.

Наука и школа 2012, №5; 2013, №2; 2018, №3.

# Исследовательские работы

## Существующие мифы

- Для выполнения работ «высокого уровня» необходимо дорогостоящее профессиональное оборудование;
- Для проведения расчетов необходимо знание интегралов и других «премудростей» высшей математики

# Компьютерное моделирование

Существующие методики использования компьютера в обучении физике зачастую сводятся либо к ускорению арифметических вычислений (компьютер как большой калькулятор), либо к использованию уже готовых расчетных (и не всегда ясно как работающих) программ.



# Численное моделирование

- численное интегрирование, в т.ч. уравнений движения (без упоминания термина «интегрирование»);
- решение трансцендентных уравнений;
- расчет статистических распределений

# «Плюсы» и «минусы» численного моделирования

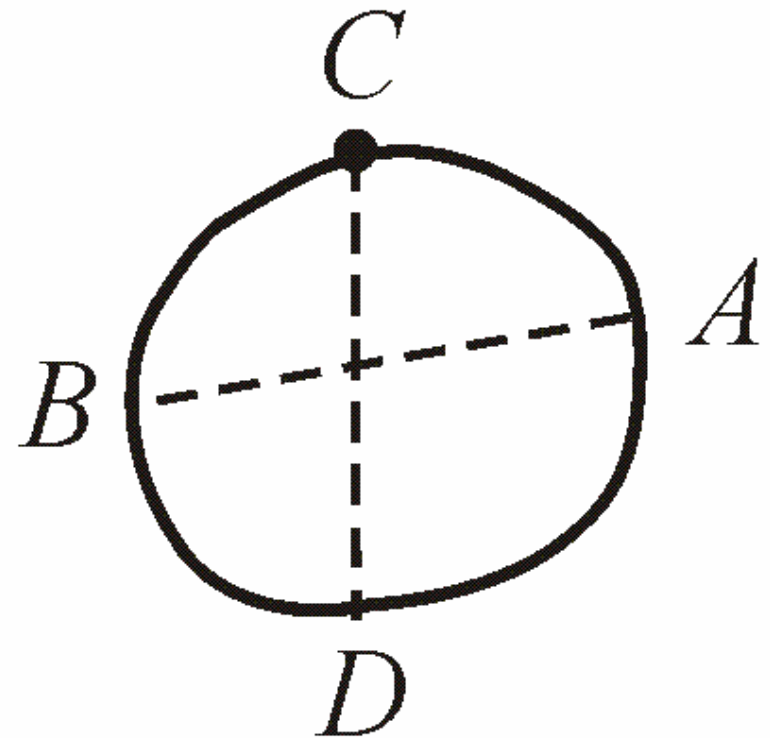
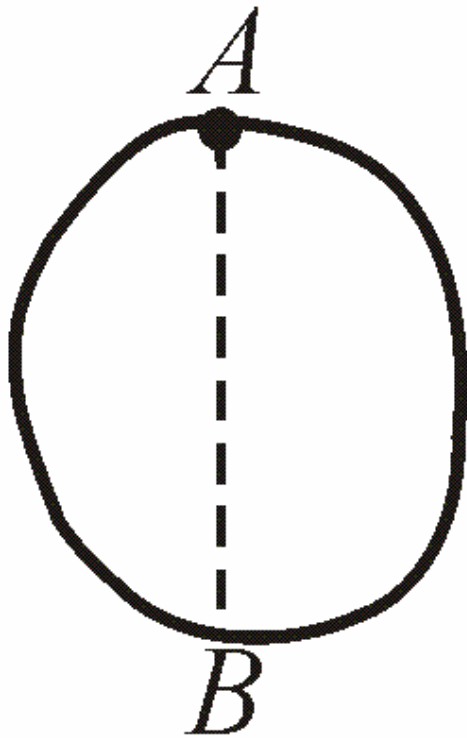
- можно существенно расширить круг решаемых задач по физике
  - можно использовать при проведении проектных работ
  - эвристическое значение при решении олимпиадных задач
  - все, что связано с компьютером, вызывает повышенный интерес
  - знакомство с методом, широко используемым в современной науке
- численные расчеты не должны заменять умение решать задачи аналитически
  - вычислительные эксперименты не должны заменять натуральных

# Проблемы преподавания численных методов

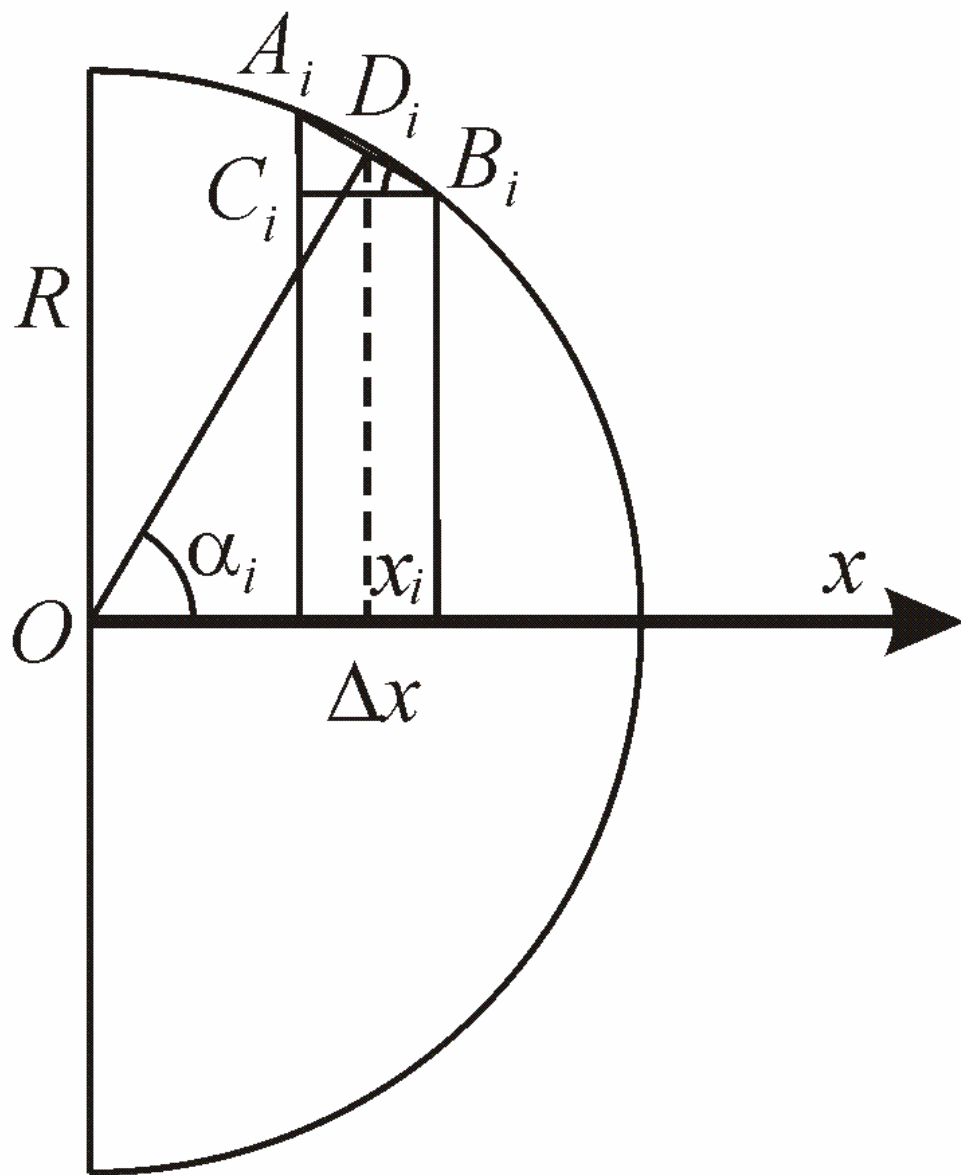
- существует много вузовских учебников по численным методам, но практически нет учебников, адаптированных для школьников;
- отсутствие в программе по физике — не требуется ни при ЕГЭ, ни при сдаче вступительных экзаменов в Вуз;
- не часто встречаются школьники, умеющие программировать (можно использовать *MS Excel* или *LibreOffice*).

# 1. Стартовый уровень – фронтальные работы

- определение центра масс подвешиванием



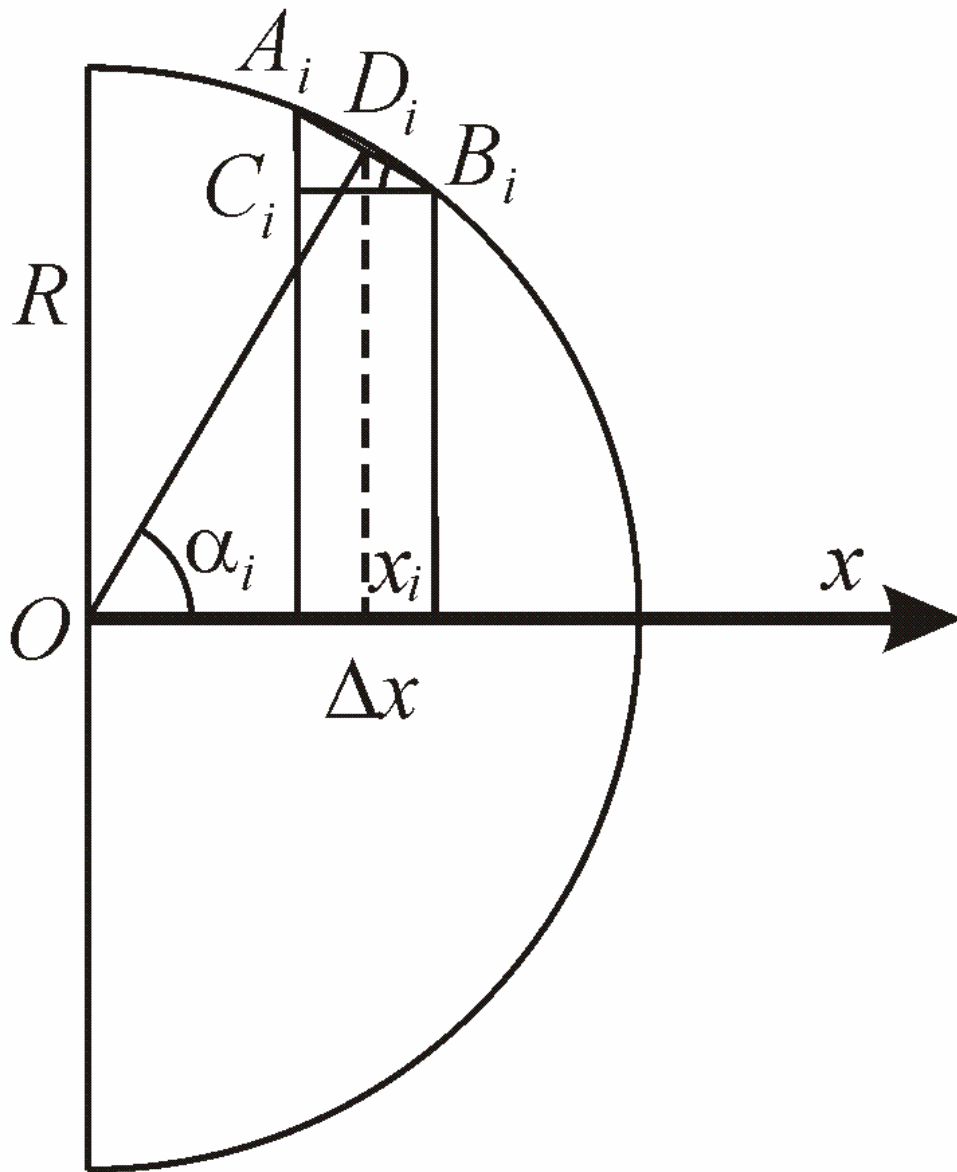
# Центр масс полукруга



$$S_i = 2\Delta x \cdot \sqrt{R^2 - x_i^2}$$

$$x_{\text{ЦМ}} = \frac{\sum m_i x_i}{m} = \frac{\sum \rho S_i x_i}{\rho S}$$

# Центр масс полукольца



$$ABC = \alpha$$

$$\frac{A_i B_i}{OD} = \frac{C_i B_i}{x_i}$$

$$\frac{m_i}{\rho R} = \frac{\Delta x}{x_i}$$

$$\sum m_i x_i = \sum \rho R \Delta x = 2\rho R^2$$

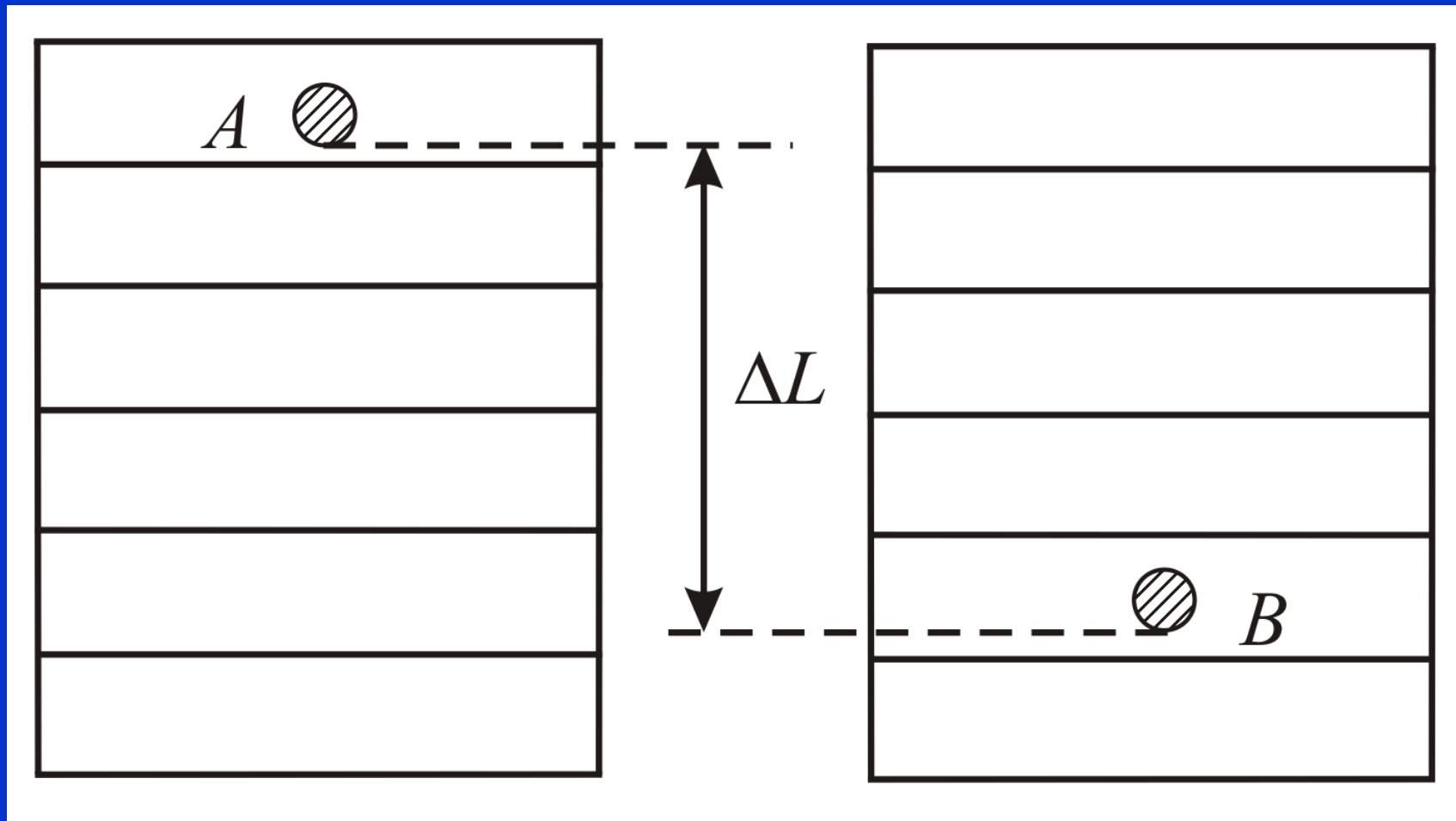
$$x_{\text{ЦМ}} = \frac{\sum m_i x_i}{m} = \frac{2\rho R^2}{\rho \pi R}$$

$$x_{\text{ЦМ}} = \frac{2R}{\pi}$$

## 2. Индивидуальные работы. Фотокамера как измерительный инструмент

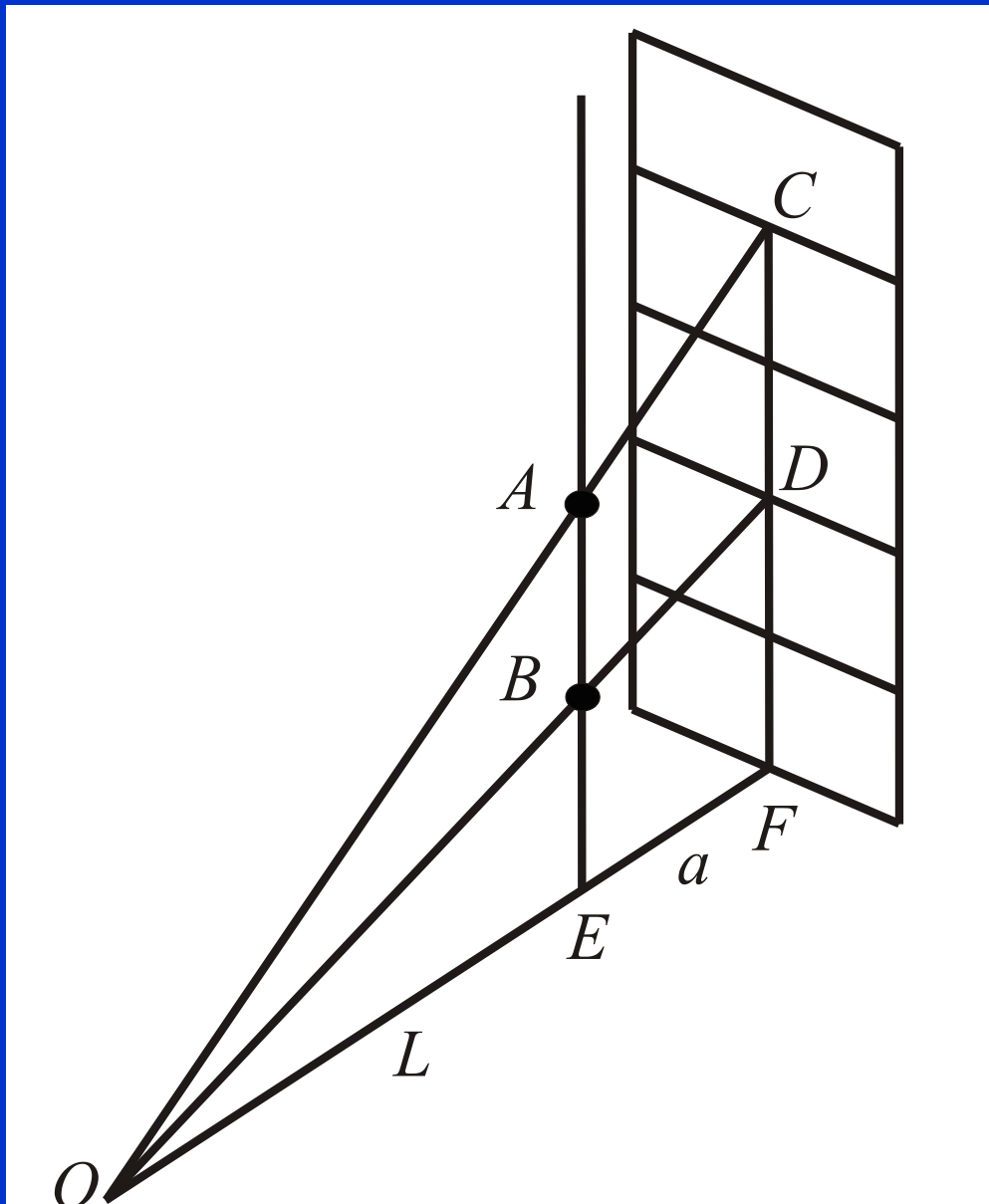
- Доступность
- Простота в использовании
- Высокая точность измерения

# Фотокамера как измерительный инструмент





# Параллакс

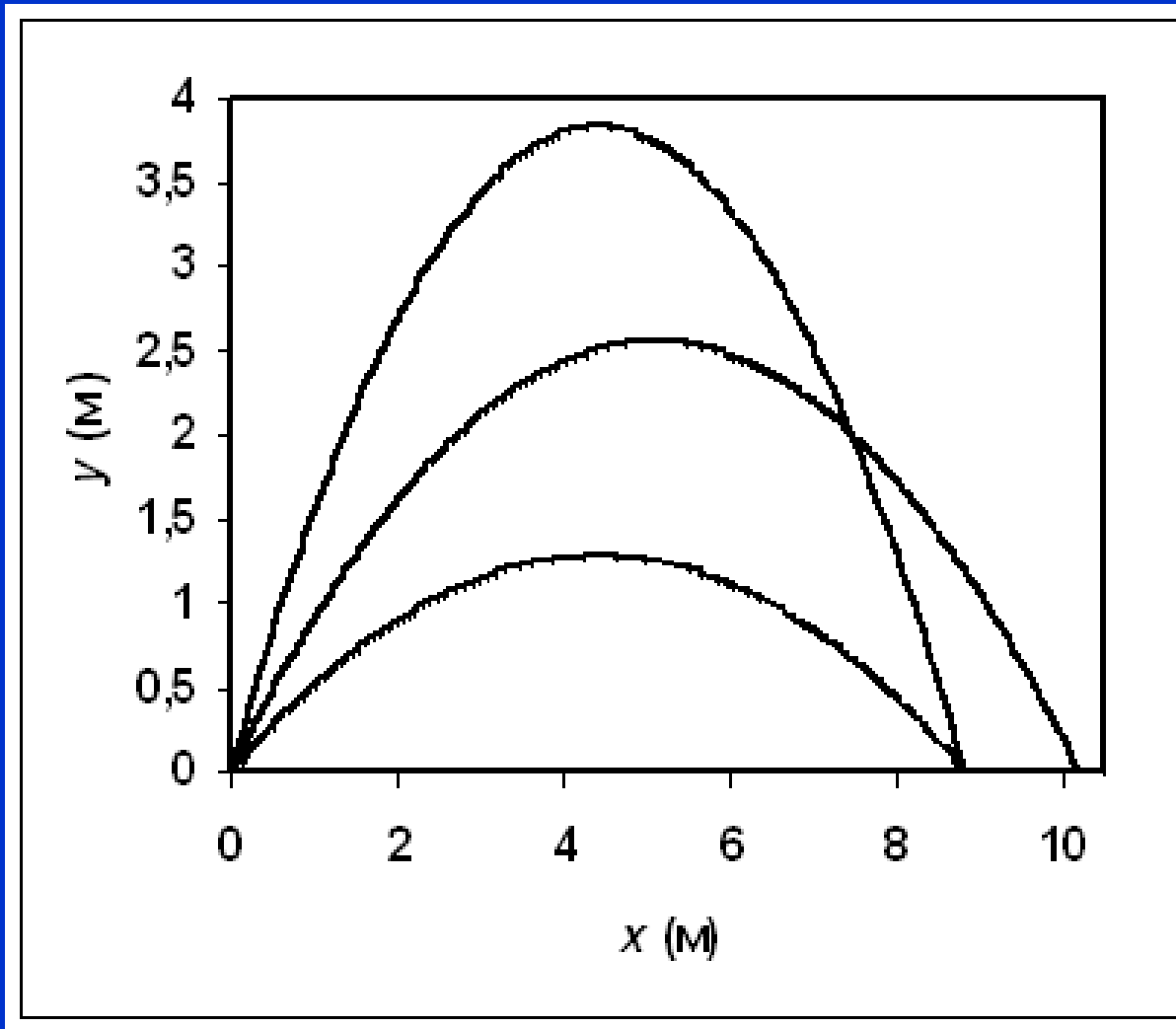


# Падение воздушного шарика

Гипотеза: сила сопротивления воздуха  
пропорциональная скорости

$$mg - F_A - F_{\text{сопр}} = ma = 0$$

### 3. Исследовательские работы высокого уровня



Полет  
тела под  
углом к  
горизонту

# Исследовательские работы высокого уровня

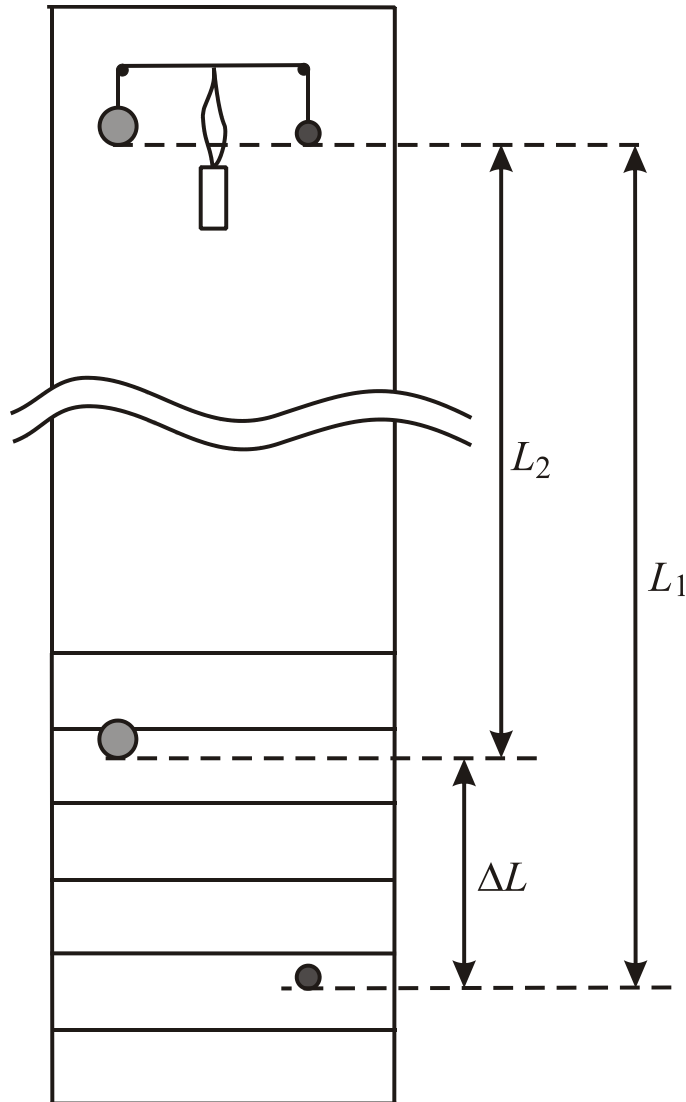
Полет тела под углом к горизонту

$$mg - \beta V_Y |V| = ma_Y$$

$$-\beta V_X |V| = ma_X$$

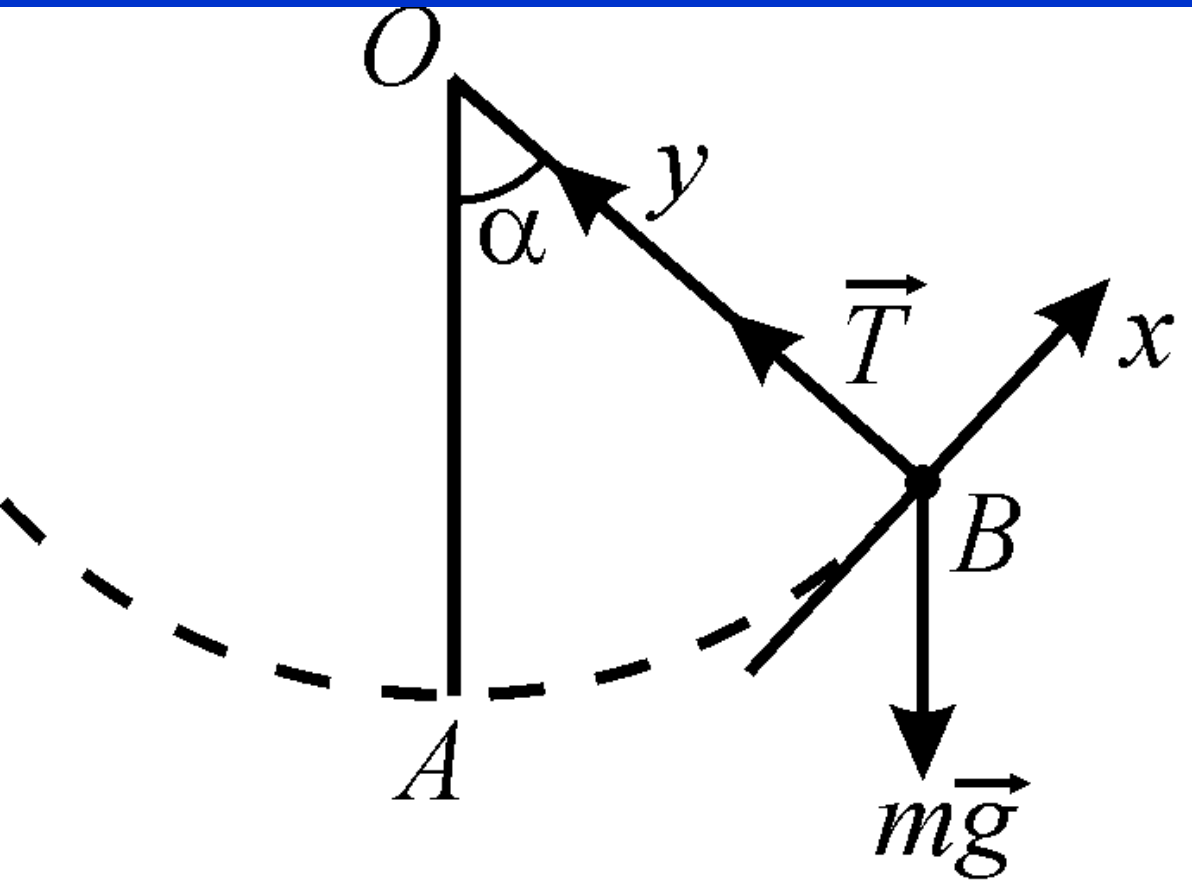
$$\beta = C_x \rho S / 2$$

# Опыт Галилея



Одновременное  
падение двух тел

# Колебания математического маятника при больших углах



$$mgsin\alpha = ma_{TAN}$$

Малые углы:

$$g\alpha = a_{TAN} = \varepsilon L$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = T_0 \left(1 + \frac{\alpha^2}{16}\right)$$

# 4. Исследования повышенного уровня сложности.

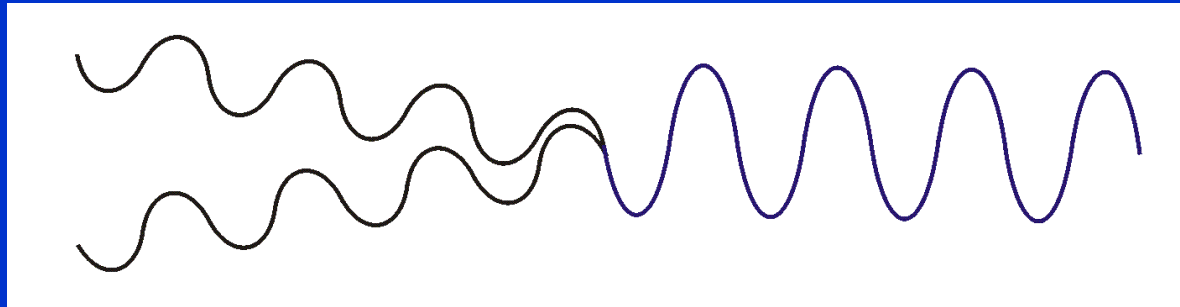
## Дифракция и интерференция

Физика - Первое сентября 2013, №5

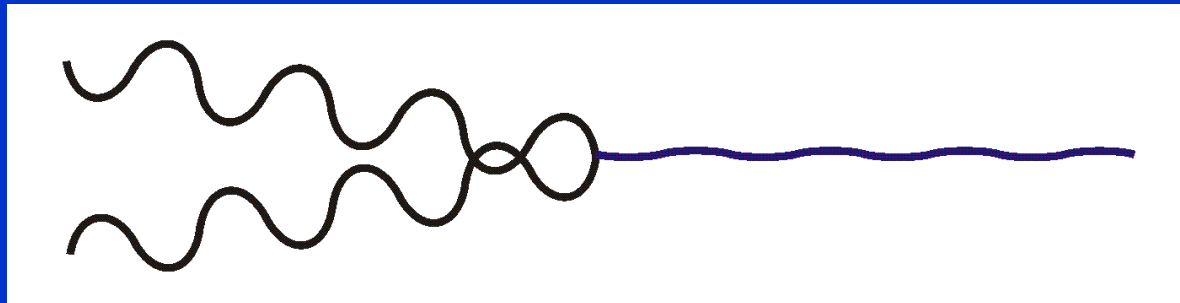
1. Волновая природа света
2. Принцип Гюйгенса-Френеля
3. Сложение волн, интерференция

# Интерференция

Если волны пришли «в фазе», они усиливаются.

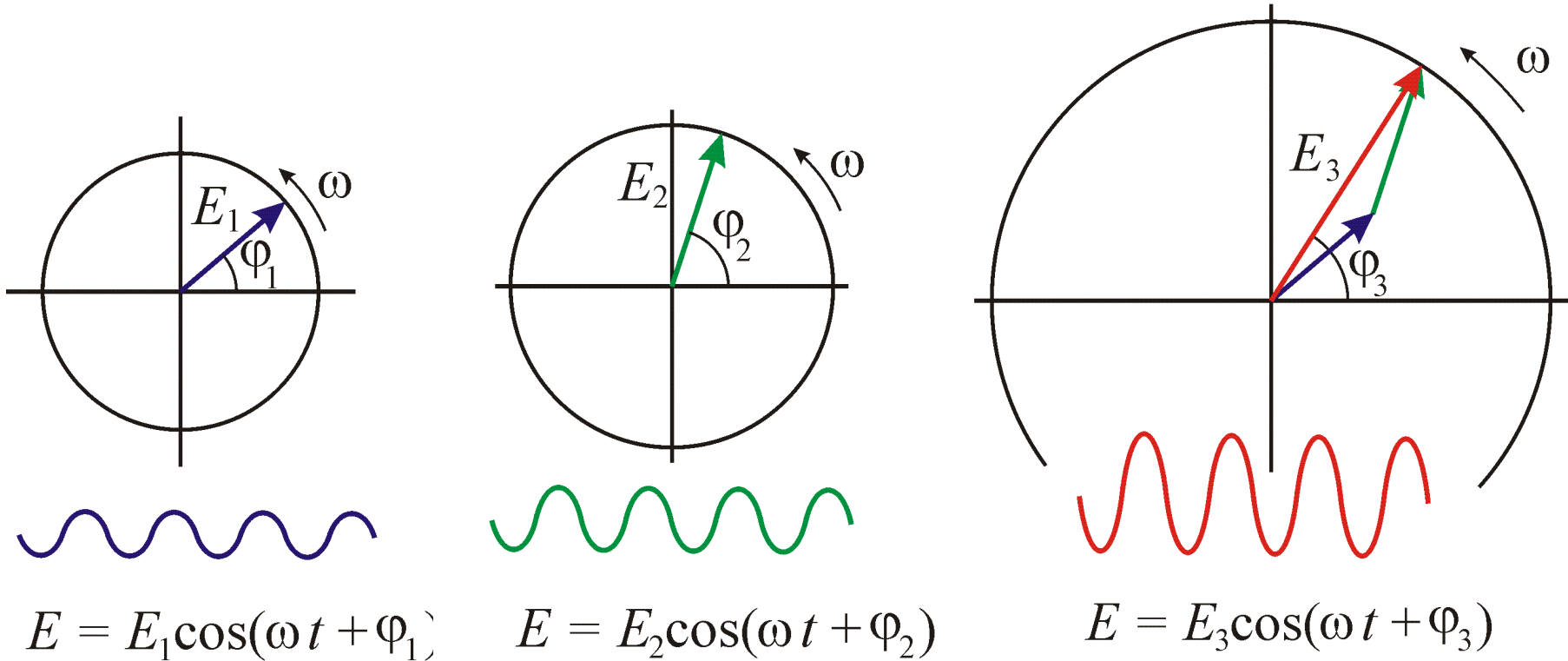


Если волны пришли «в противофазе», они ослабевают



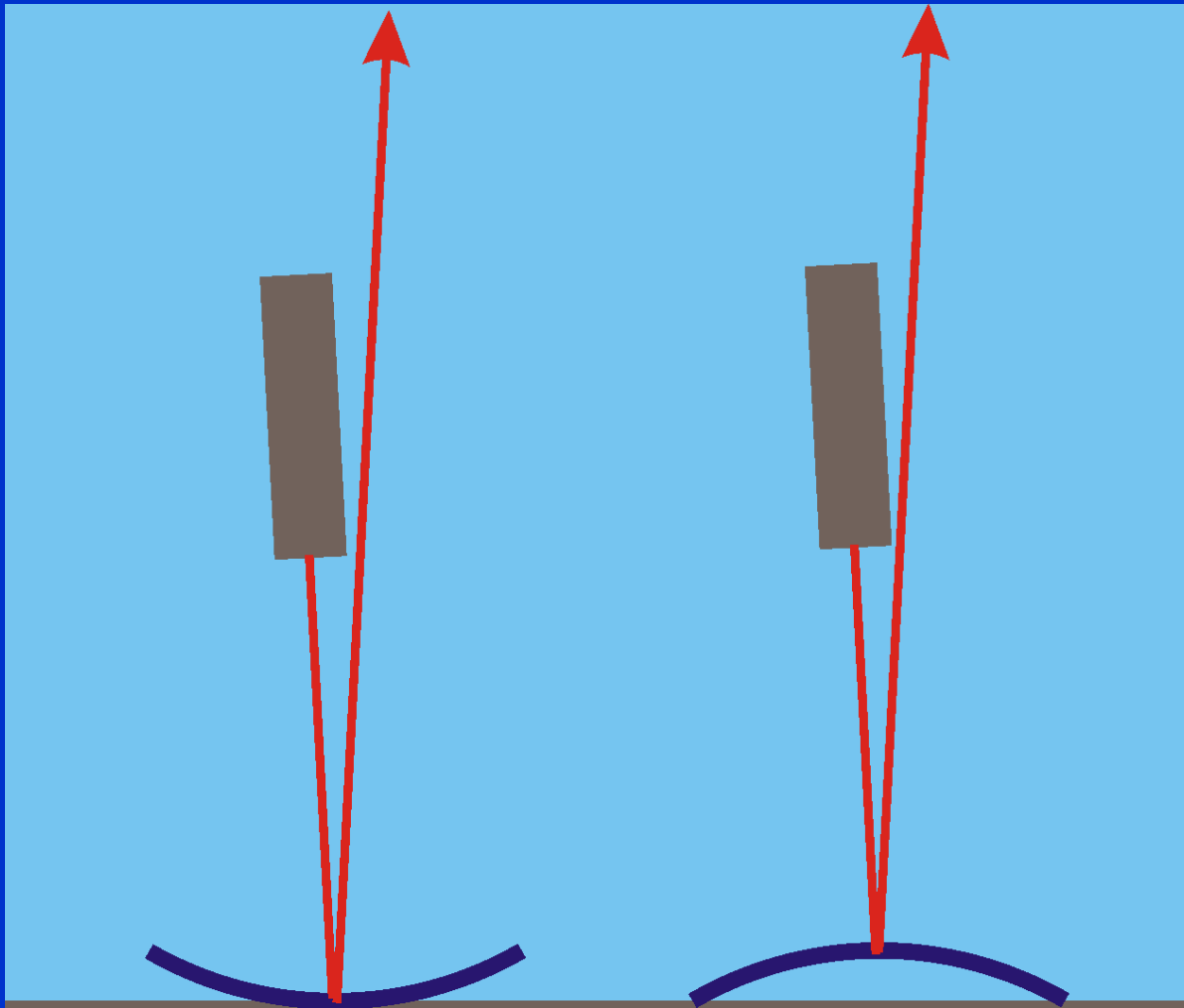


# Интерференция



Сложение двух колебаний с помощью  
векторной диаграммы

# «Кольца Рыжикова»

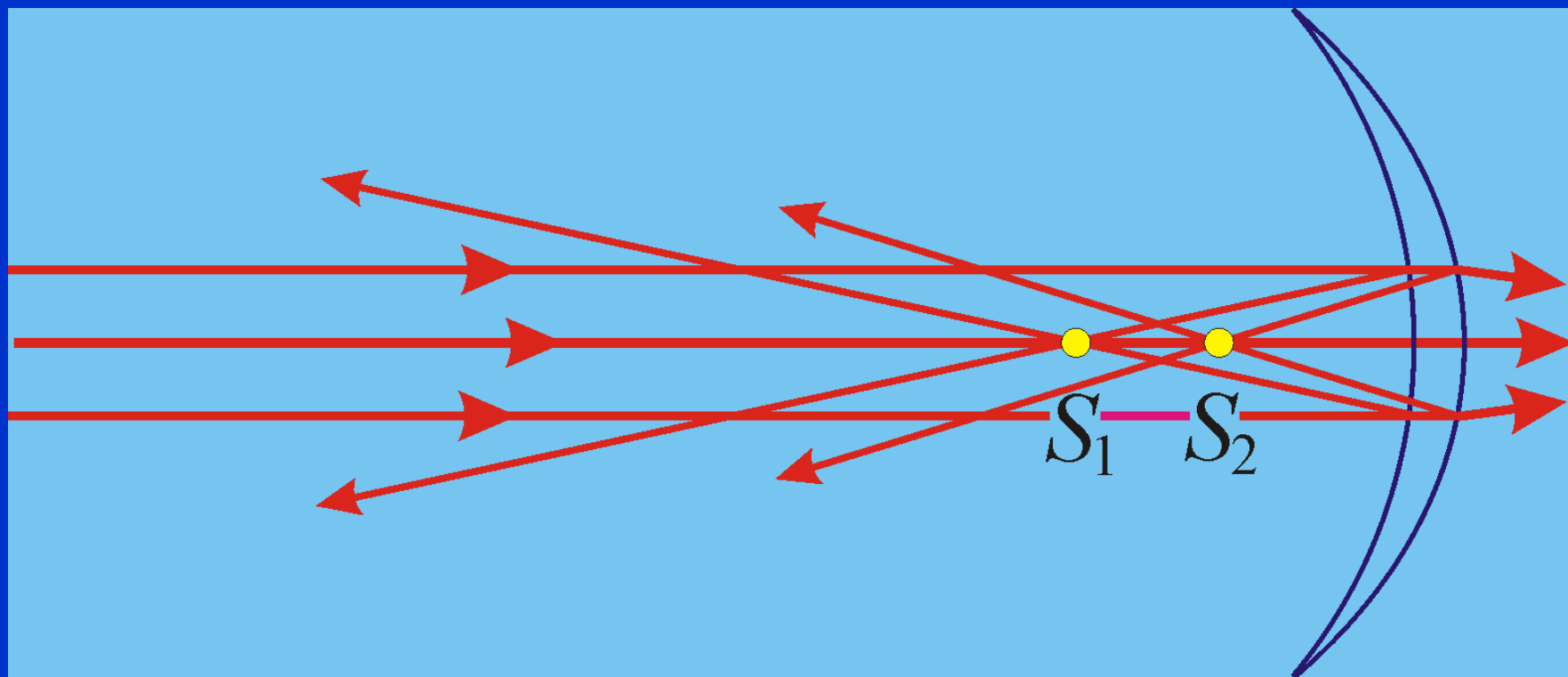


Физика в школе – 2016, №6, с. 31-36

# Наблюдаемая картинка



# Когерентные источники



## Расстояние между источниками

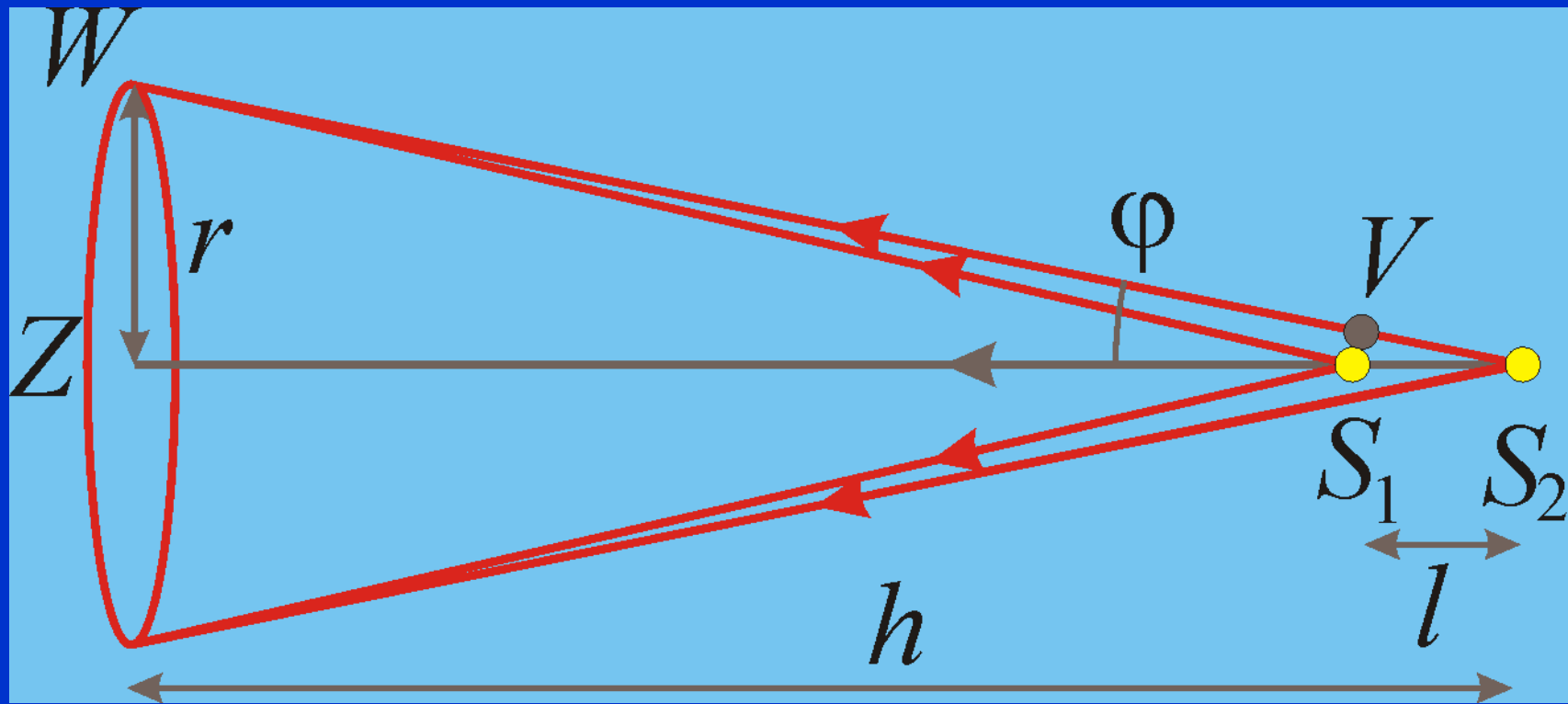
$$|S_1 S_2| = \left| \frac{R_1}{2} \frac{n(R_1 - R_2)}{n(R_1 - R_2) + R_2} \right|$$

Если разница радиусов кривизны мала

$$|S_1 S_2| = \frac{n}{2(n-1)} R^2 |D_0|$$

$D_0$  – оптическая сила линзы

# Наблюдение интерференции



$$\Delta l = \left| |WS_2| - |WS_1| \right| = |VS_2| = l \cos \varphi = l(1 - \varphi^2 / 2)$$

$$r = h\varphi = h\sqrt{\frac{2m_1\lambda}{l}}$$

$$l = \frac{2\lambda h^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

# Заключение

- Простейшие численные методы с использованием электронных таблиц (*MS Excel* или *LibreOffice*) успешно усваиваются учениками 7-11 классов.
- Использование численных методов позволяет развить у школьников умение решать задачи по физике повышенной сложности.
- Использование численных методов позволяет проводить со школьниками исследовательские работы углубленного уровня.