

# Исследовательские работы школьников по оптике

*Рыжиков Сергей Борисович*  
*доктор педагогических наук*  
*доцент физического ф-та МГУ*  
*sbr@physics.msu.ru*  
*2019*

## *Рыжиков Сергей Борисович*

- 1981 – наст. вр. – проведение Московской олимпиады по физике
- 1991 – наст. вр. – 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)
- 2016 – 2018 – преподаватель в Университетской гимназии

# Энциклопедии

Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В.

1. Энергия и движение

2. Загадки оптики

Изд. ОЛМА медиа груп

2014 - 2015

[www.olmamedia.ru](http://www.olmamedia.ru)

[/authors/13728/](http://www.olmamedia.ru/authors/13728/)



# 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.

# Основное противоречие

Между требованиями к уровню сформированности исследовательских способностей учащихся, в том числе одаренных в области физики, и невозможностью обеспечить необходимый уровень сформированности этих способностей с помощью существующих методик

## Возможные пути развития:

- использование проблемных (олимпиадных) задач, в которых рассматриваются более точные модели, приближающие условия к реальности;
- использование видео и «живых» демонстраций физических экспериментов;
- чтение научно-популярных лекций, создание интернет ресурсов, брошюр и т.п.;
- проведение **исследовательских работ**

# 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

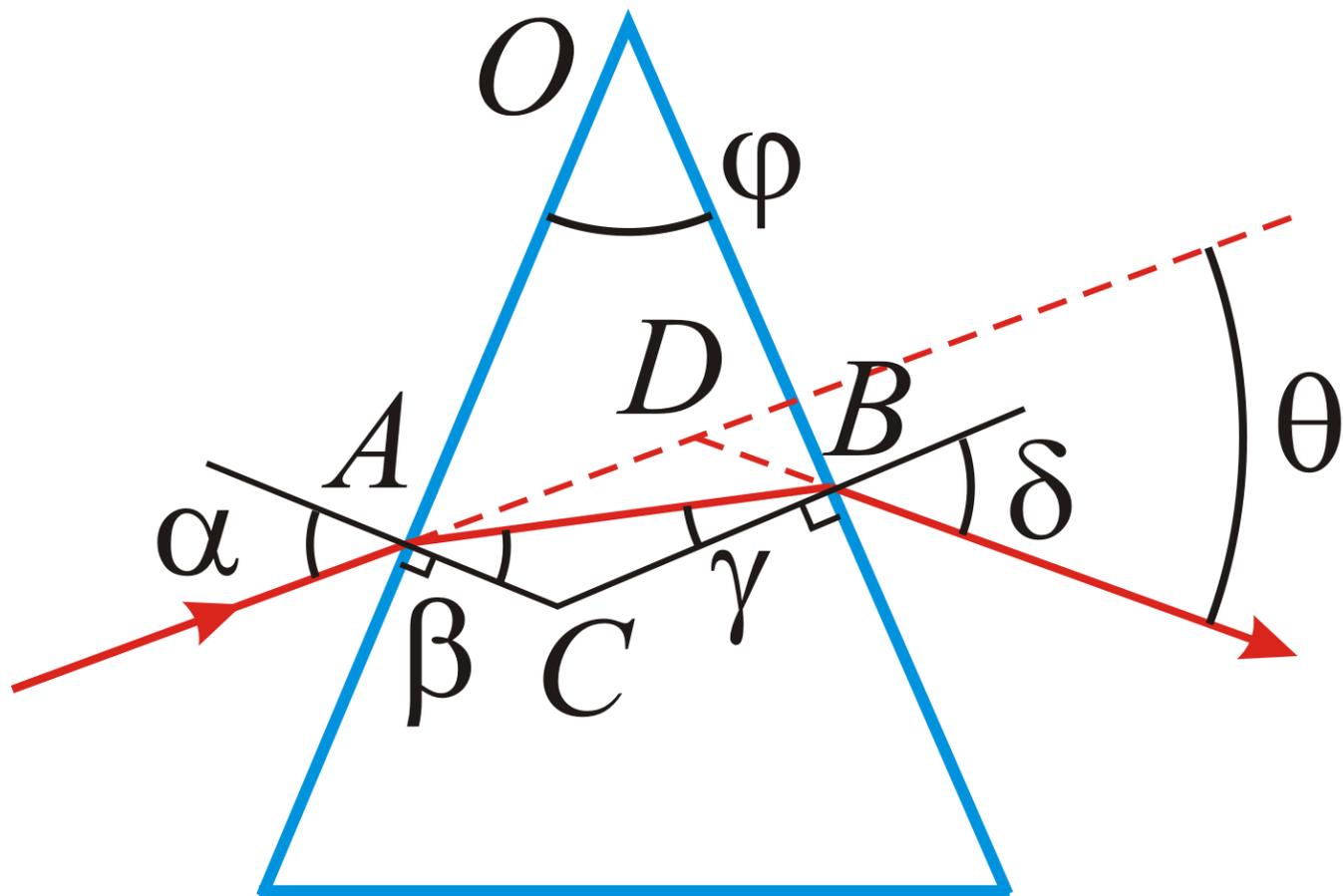
# «Плюсы» и «минусы» численного моделирования

- 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 *Open Office*).

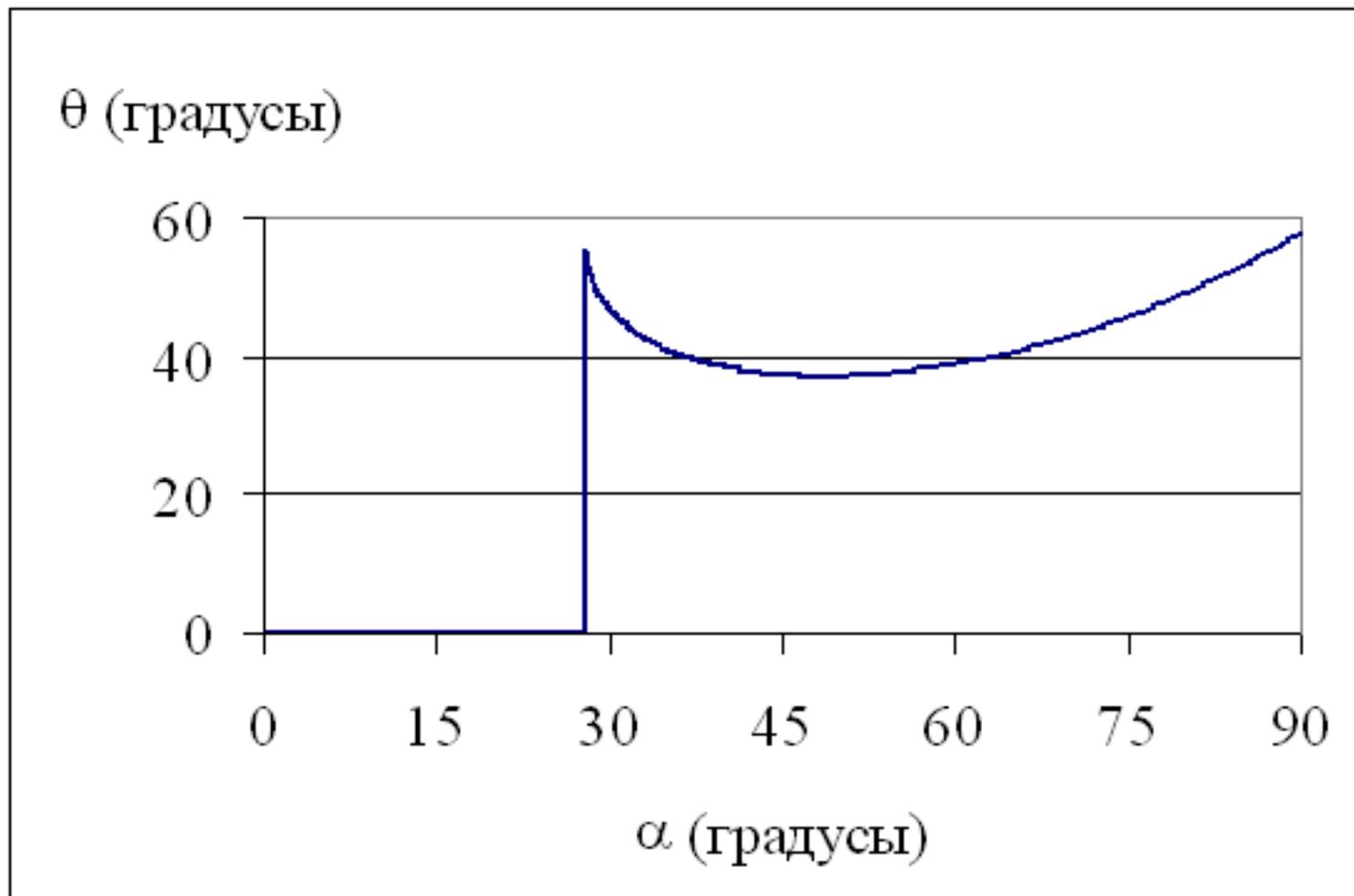
# Преломление в призме



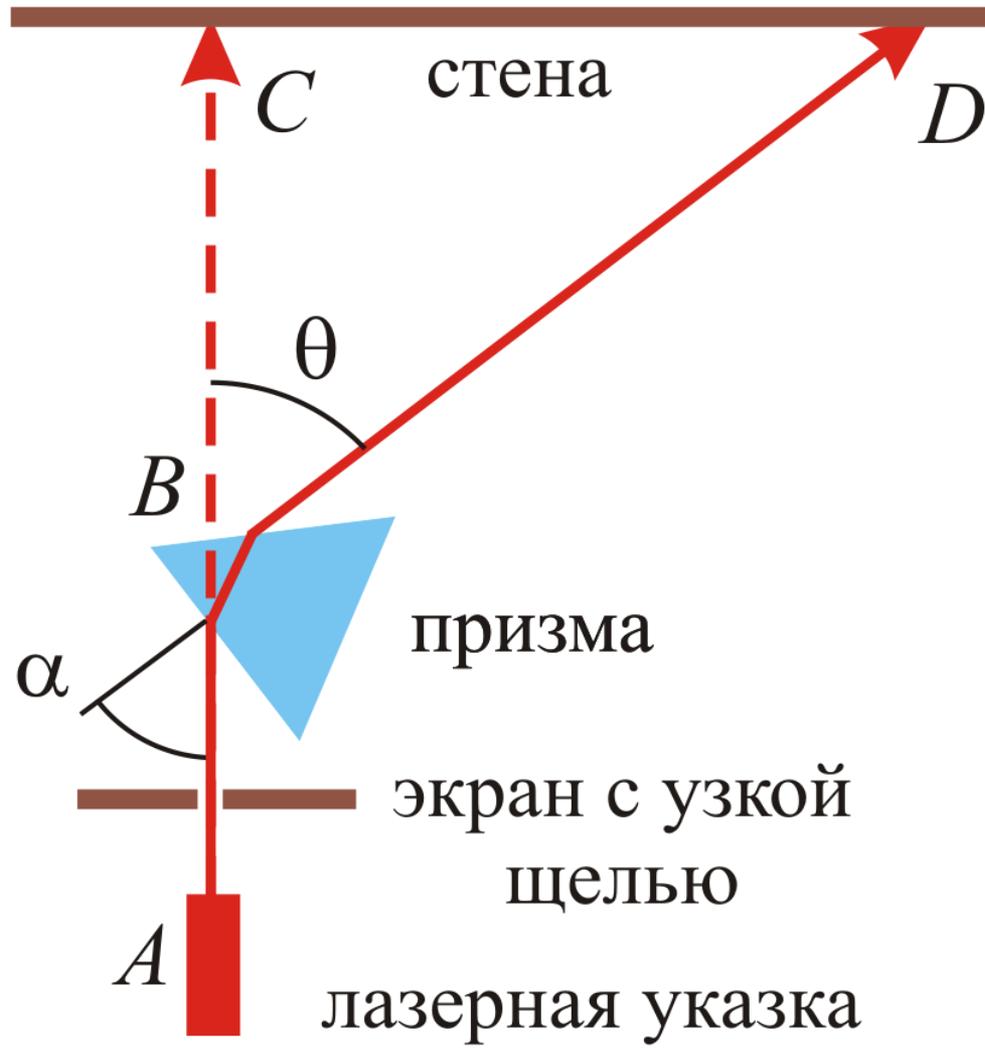
$$\varphi = \beta + \gamma$$

$$\theta = \alpha + \delta - \beta - \gamma$$

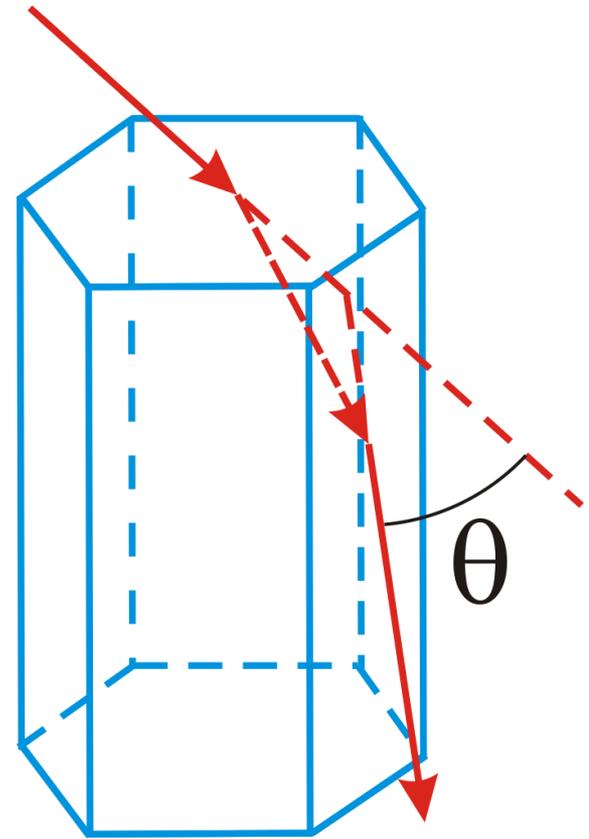
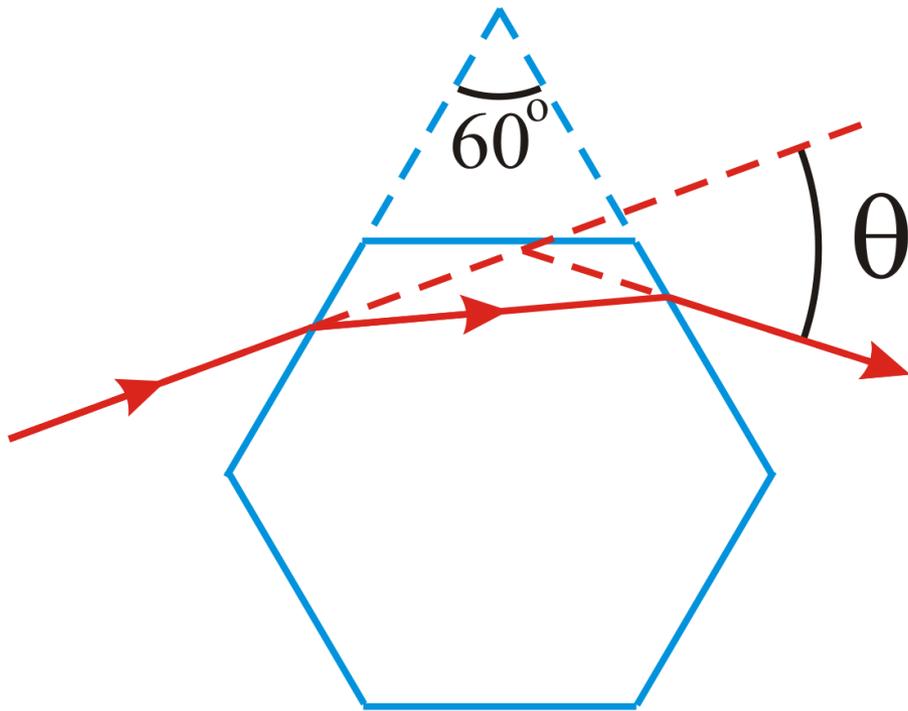
# Преломление в призме



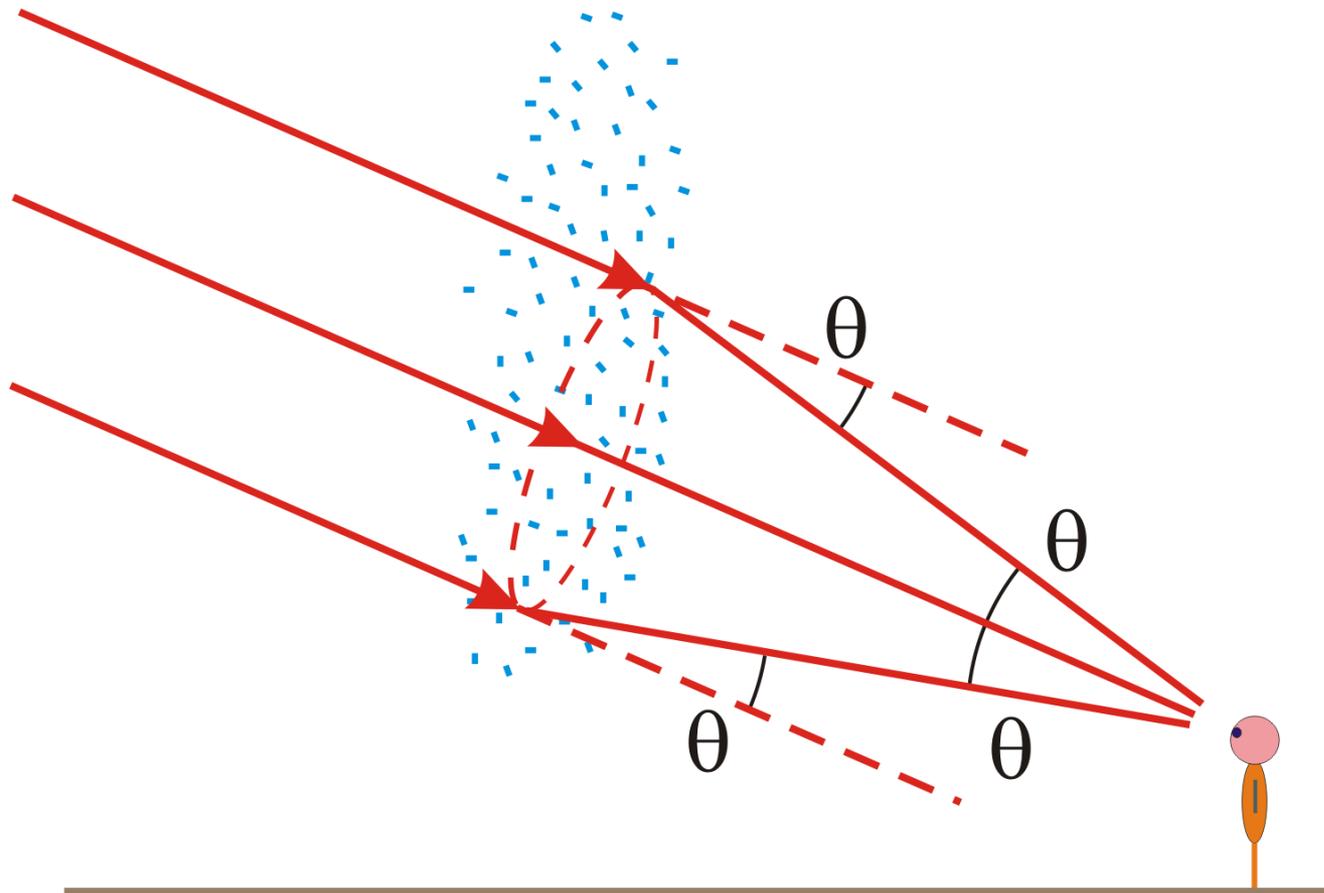
# Схема эксперимента



# Наблюдение гало



# Наблюдение гало



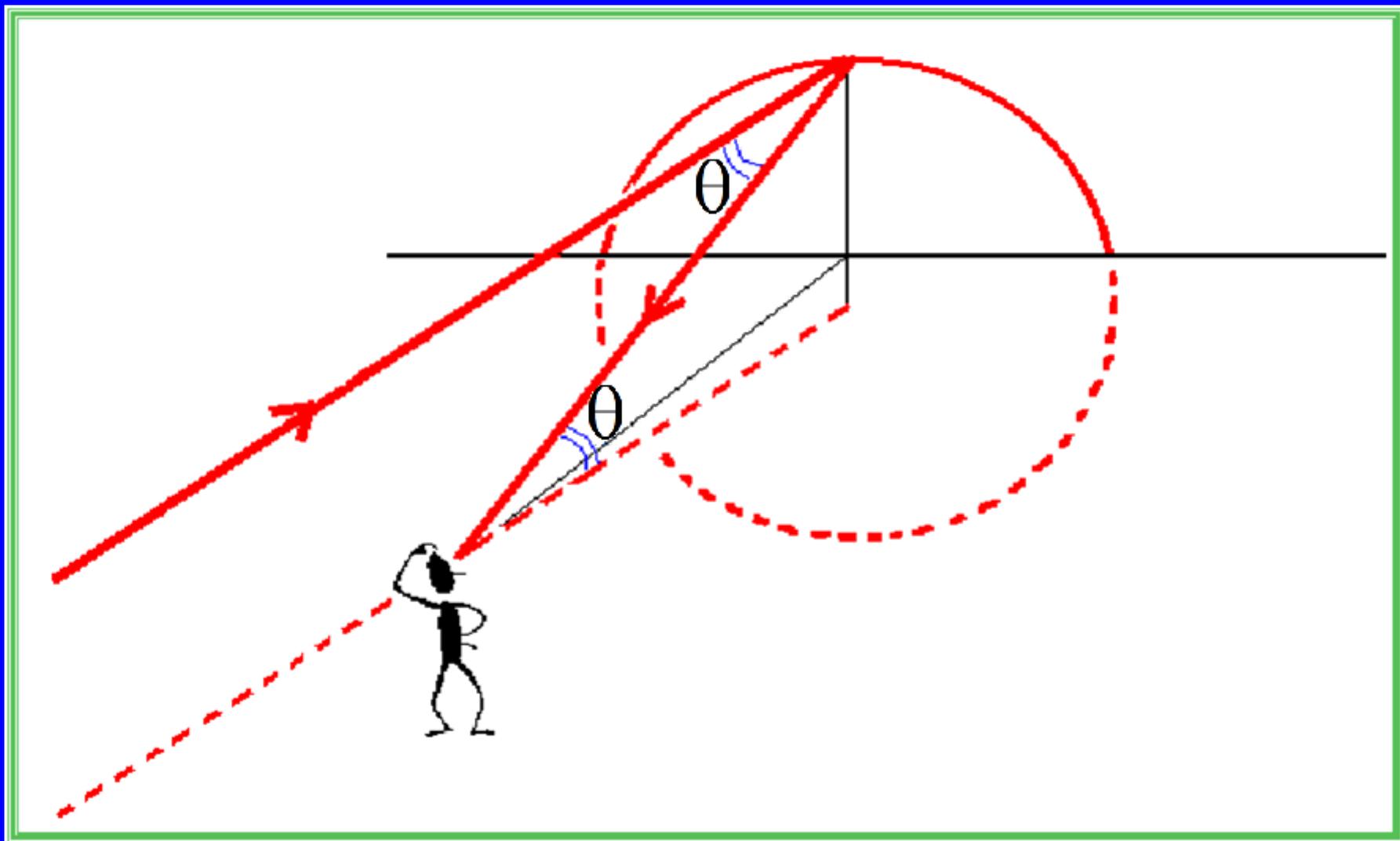
# Физика радуги



# Физика радуги

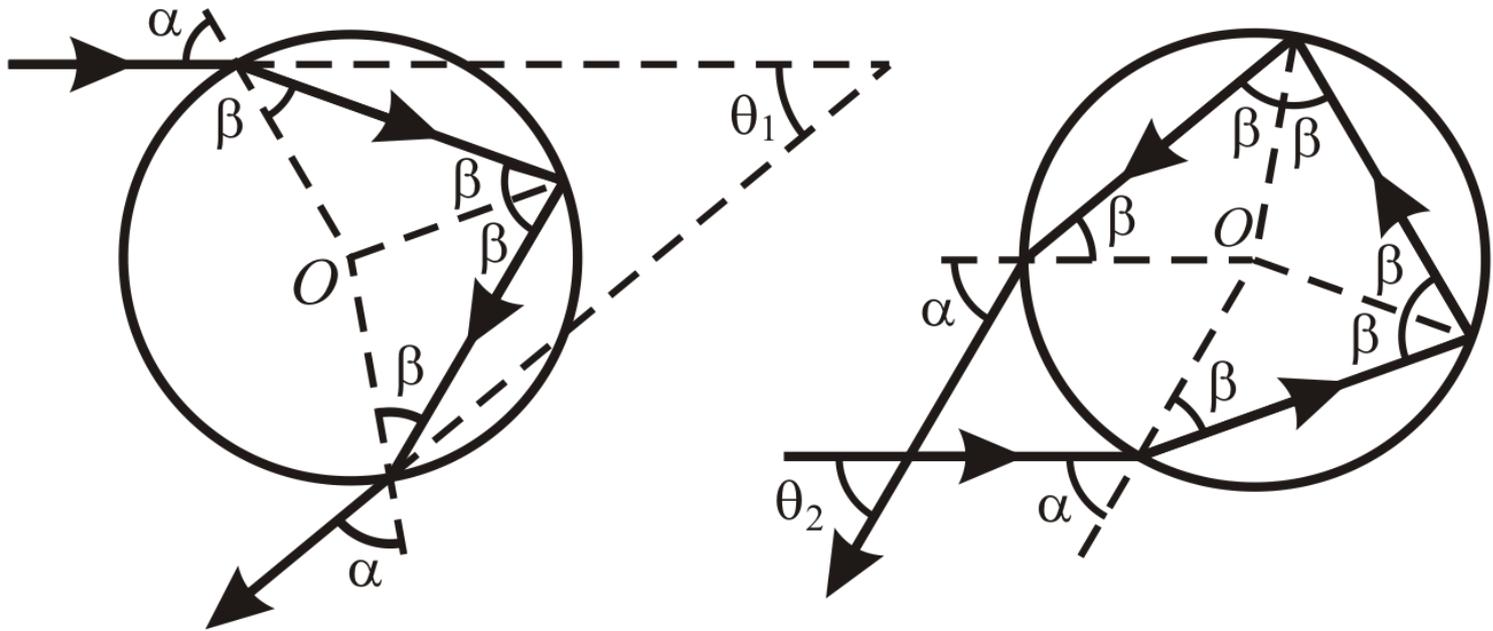


# Физика радуги



# Физика радуги

Многоуровневый подход к исследованию явления радуги. // Школа будущего. 2012. №6. с. 28 – 33.

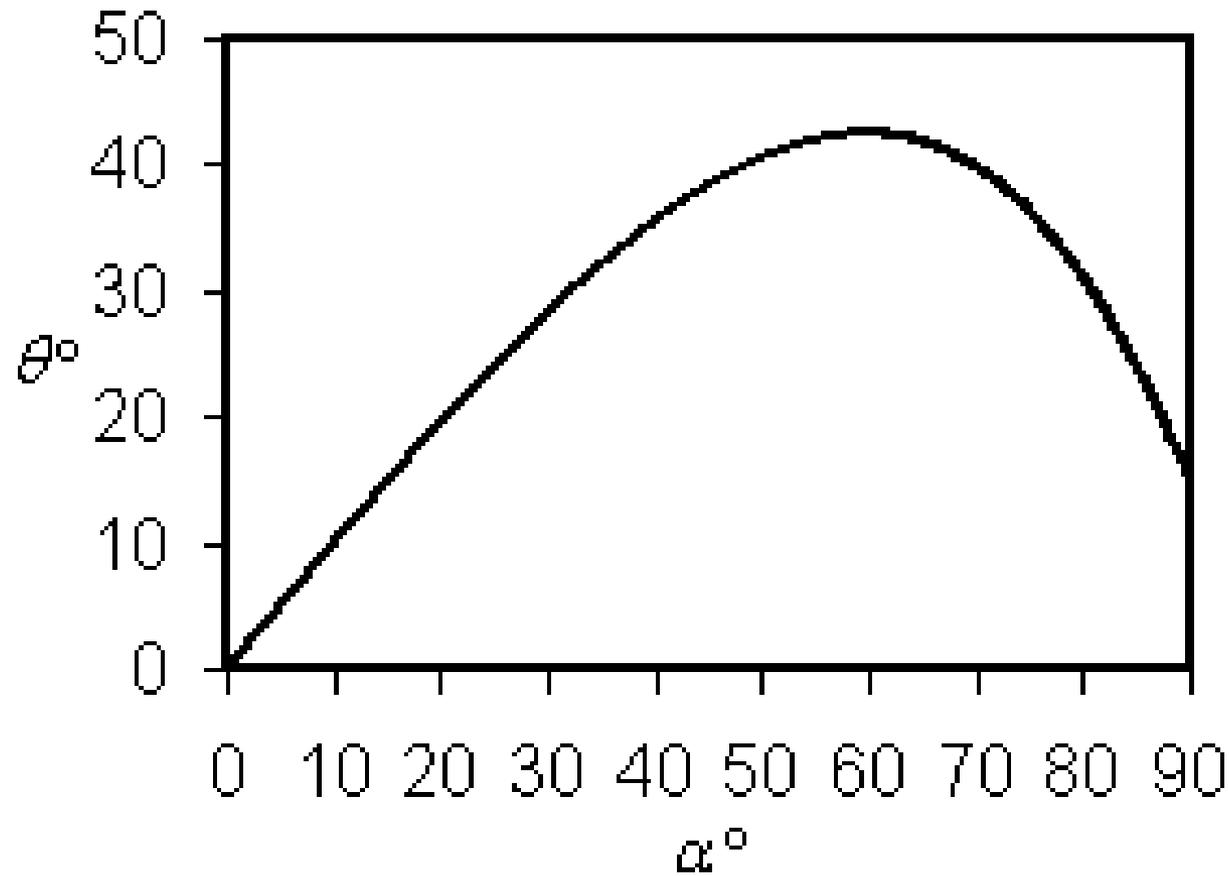


$$\theta_2 = 180^\circ - 6\beta + 2\alpha$$

$$\theta_1 = 4\beta - 2\alpha = 4 \arcsin(\sin \alpha / n) - 2\alpha$$

# Физика радуги

Зависимость угла отклонения от угла падения  
при  $n = 1,33$



$$\theta = 42,5^\circ$$

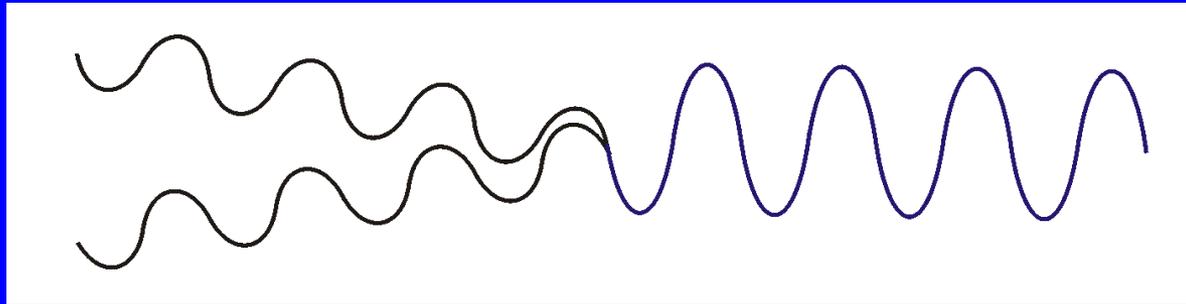
# Дифракция и интерференция

Физика - Первое сентября 2013, №5

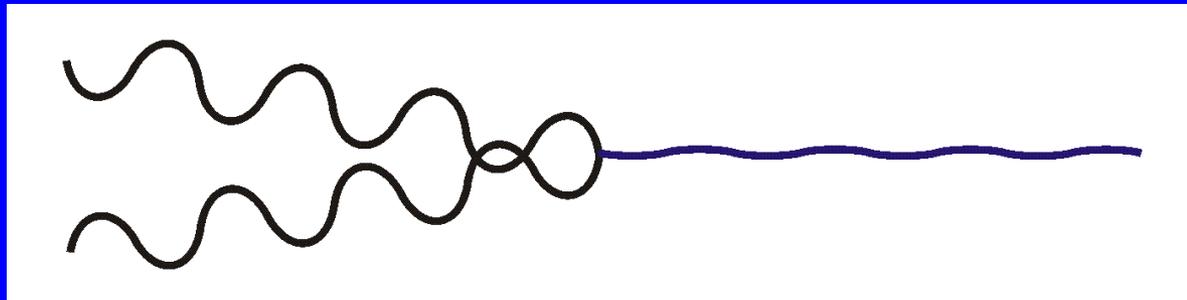
1. Волновая природа света
2. Принцип Гюйгенса-Френеля
3. Сложение волн, интерференция

# Интерференция

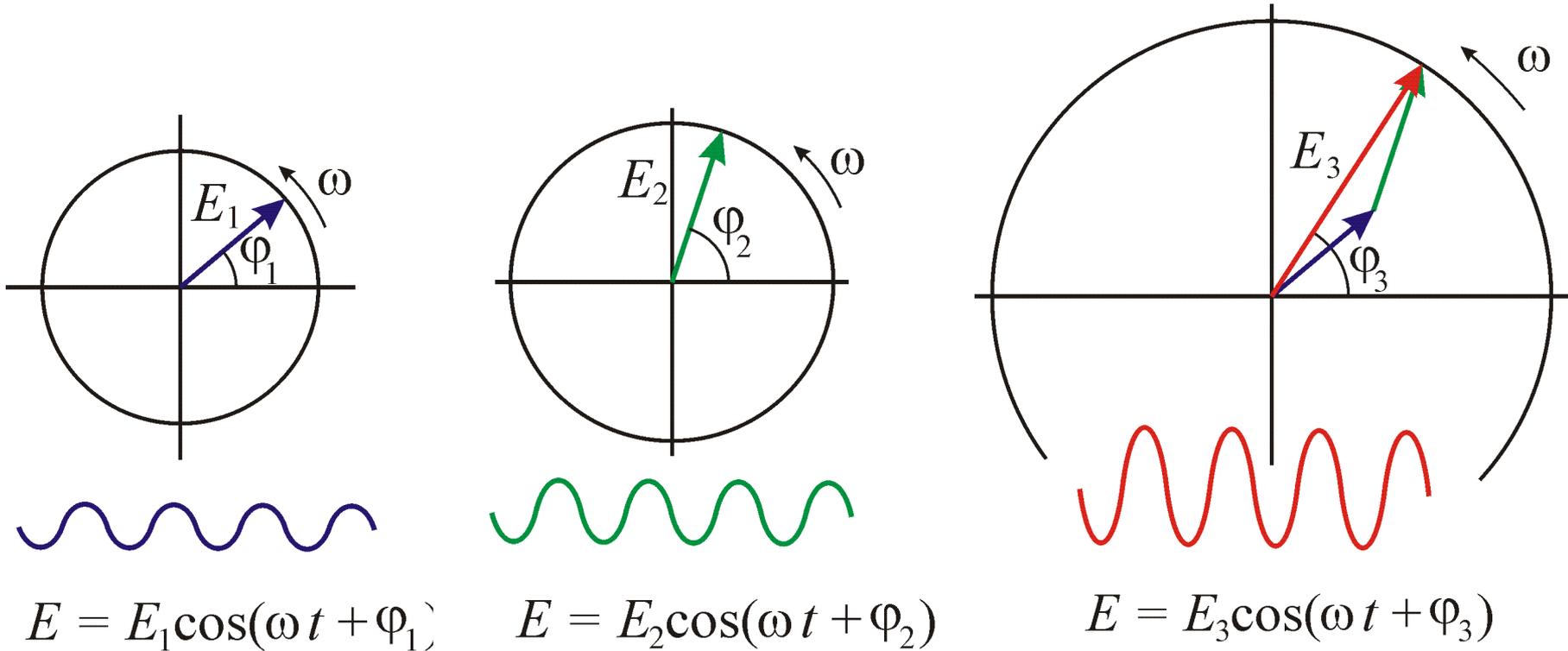
Если волны пришли «в фазе», они усиливаются.



Если волны пришли «в противофазе», они ослабевают

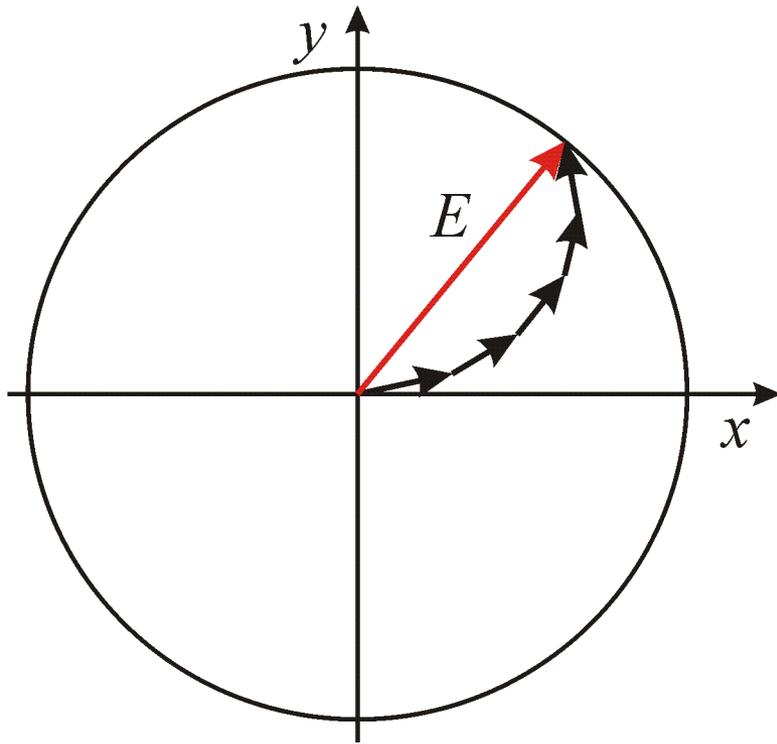


# Интерференция



Сложение двух колебаний с помощью  
векторной диаграммы

# Дифракция

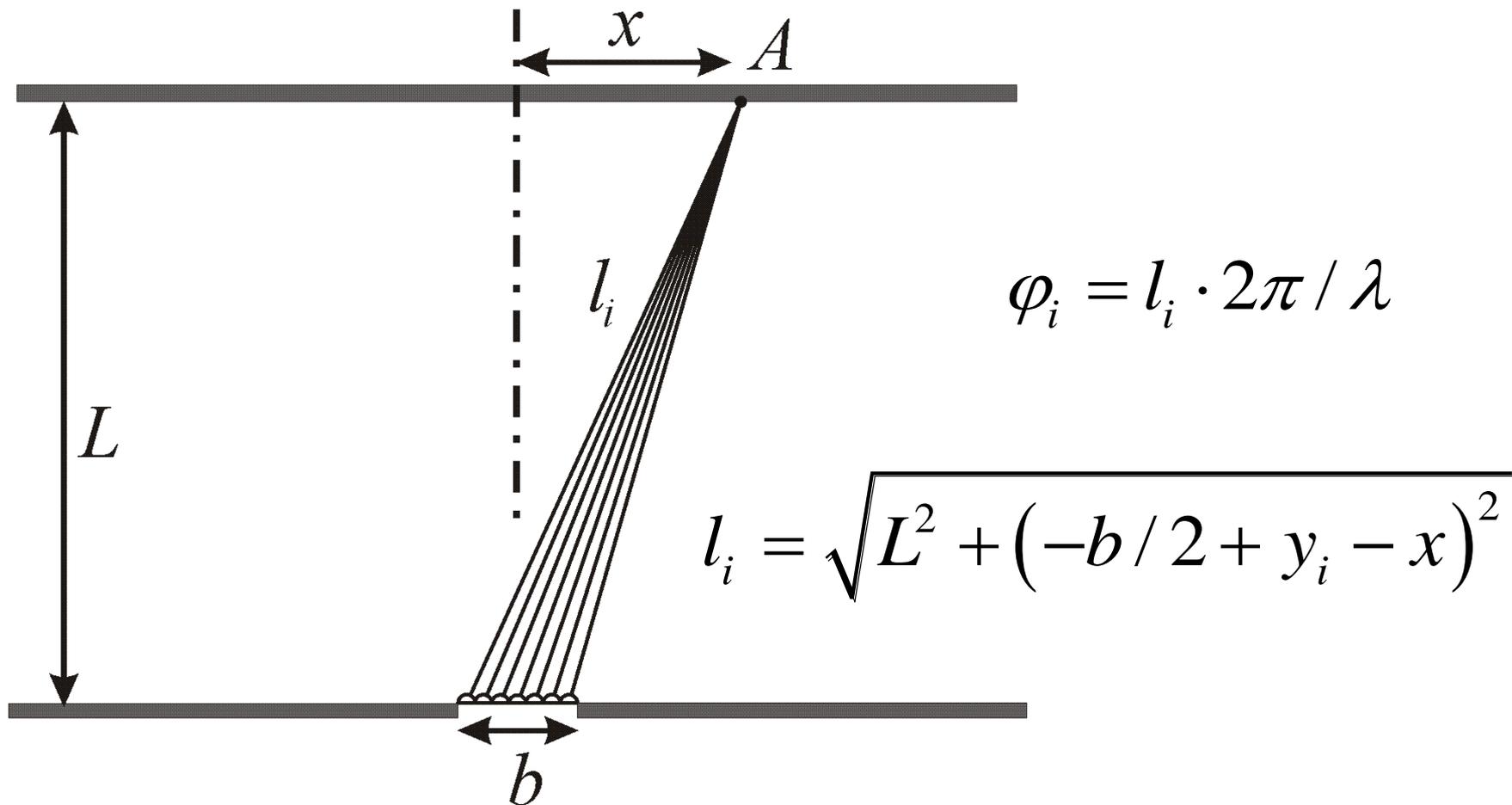


$$E_x = E_0 \sum_{i=1}^N \cos \varphi_i$$
$$E_y = E_0 \sum_{i=1}^N \sin \varphi_i$$

$$I \sim E^2 = E_x^2 + E_y^2$$

Сложение двух колебаний с помощью  
векторной диаграммы

# Дифракция на щели



Составление формул

# Дифракция на щели

C4

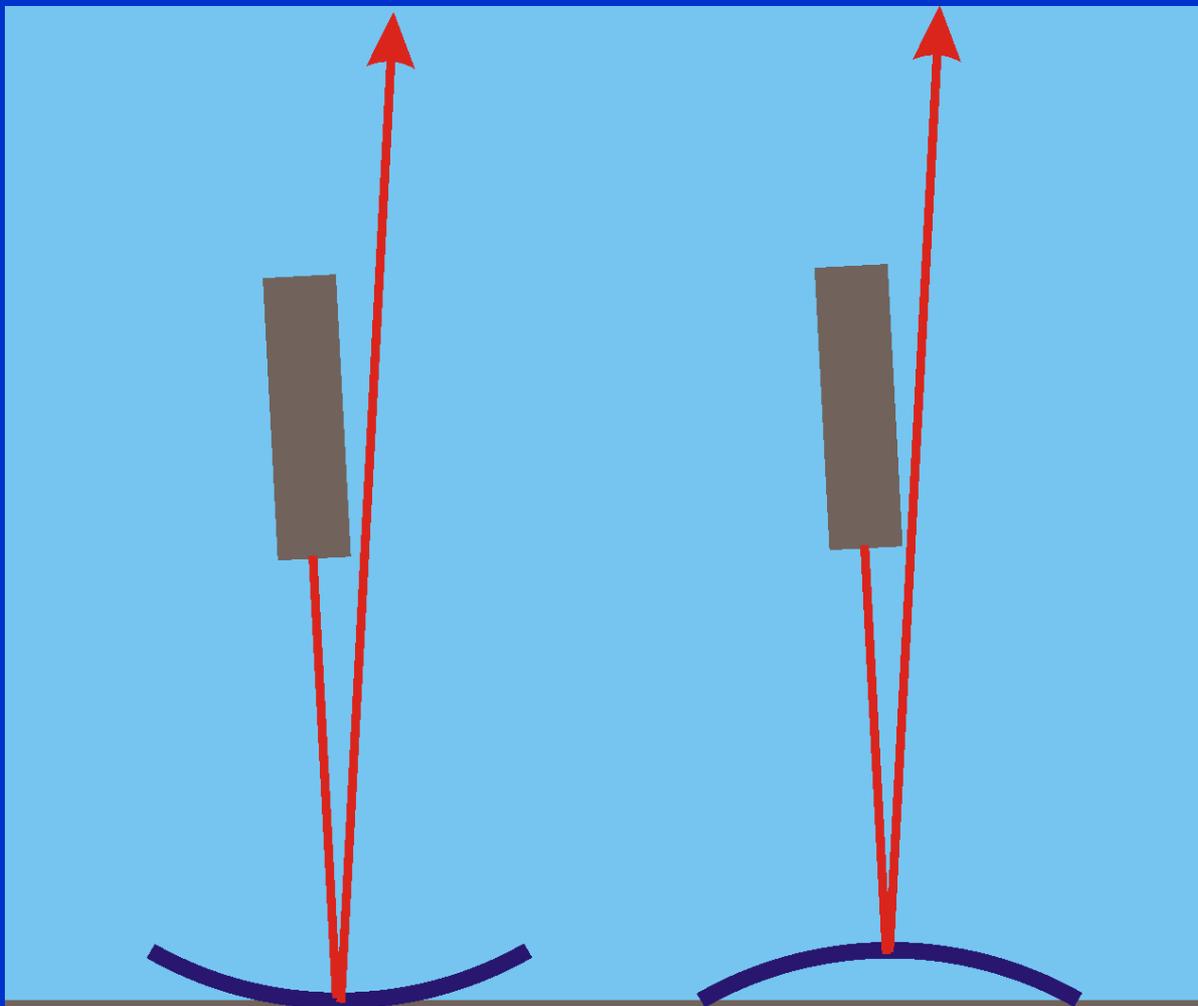


=

=B4+\$D\$2

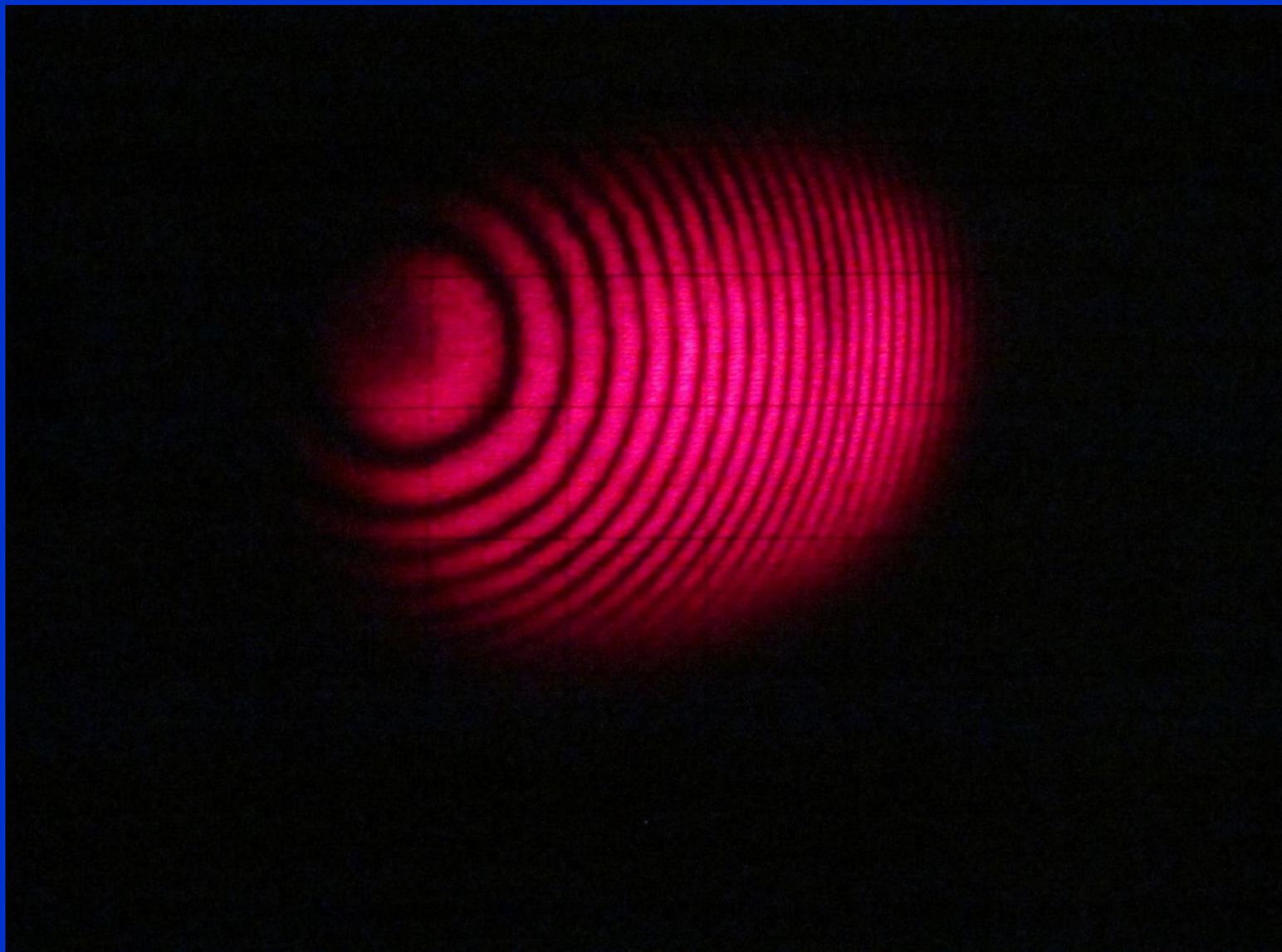
	A	B	C	D	E
1	b (мм)	L (мм)	lambda (мм)	delta x (мм)	
2	0,01	500	0,00065	0,5	
3					
4	x (мм)	0	0,5	1	1,5
5	Интенсивн	1	0,99922157	0,9968892	0,9930117
6	0,000005	0,000241	2,46513415	9,763238	21,894531
7	Интенсивность (отн. ед.)				
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18	0,000125	0,00023	2,46396272	9,7609066	21,891039

# Кольца равного наклона

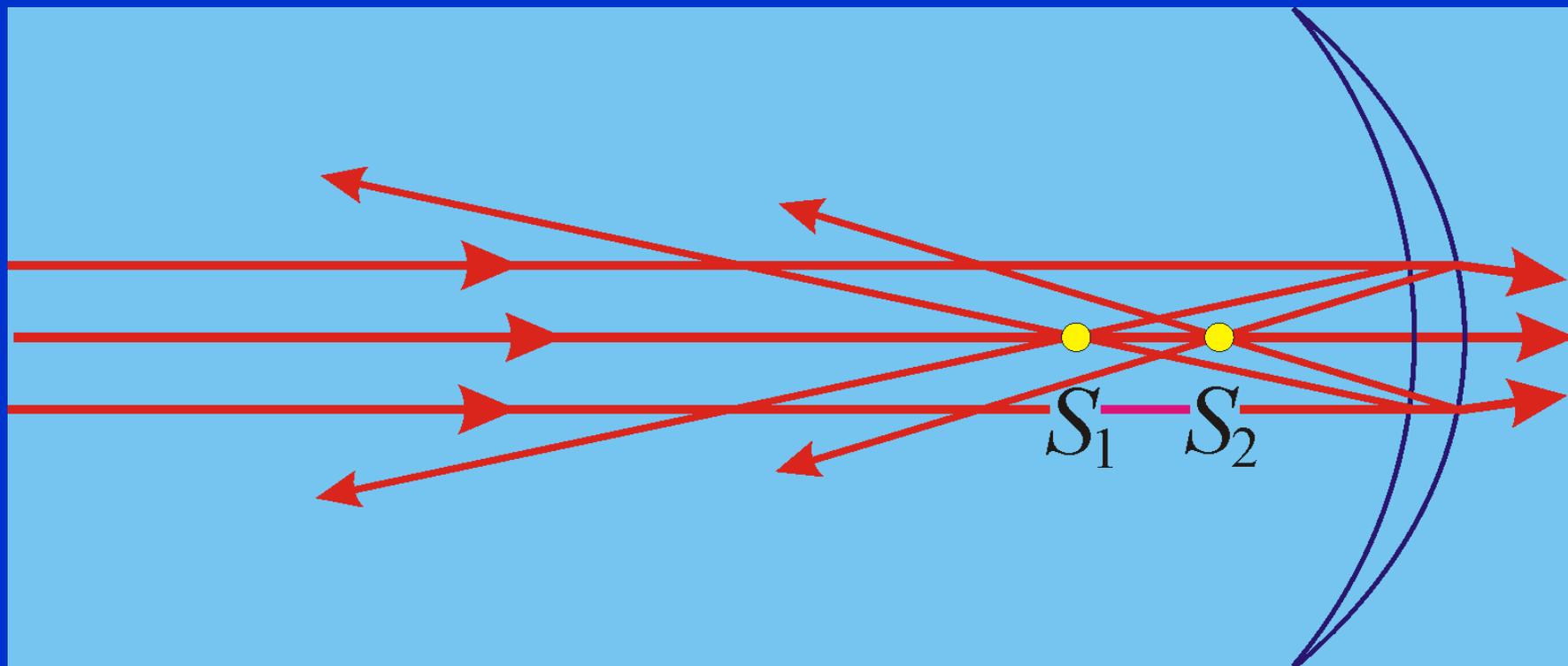


Физика в школе – 2016, №6, с. 31-36

# Наблюдаемая картинка



# Когерентные источники



## Расстояние между источниками

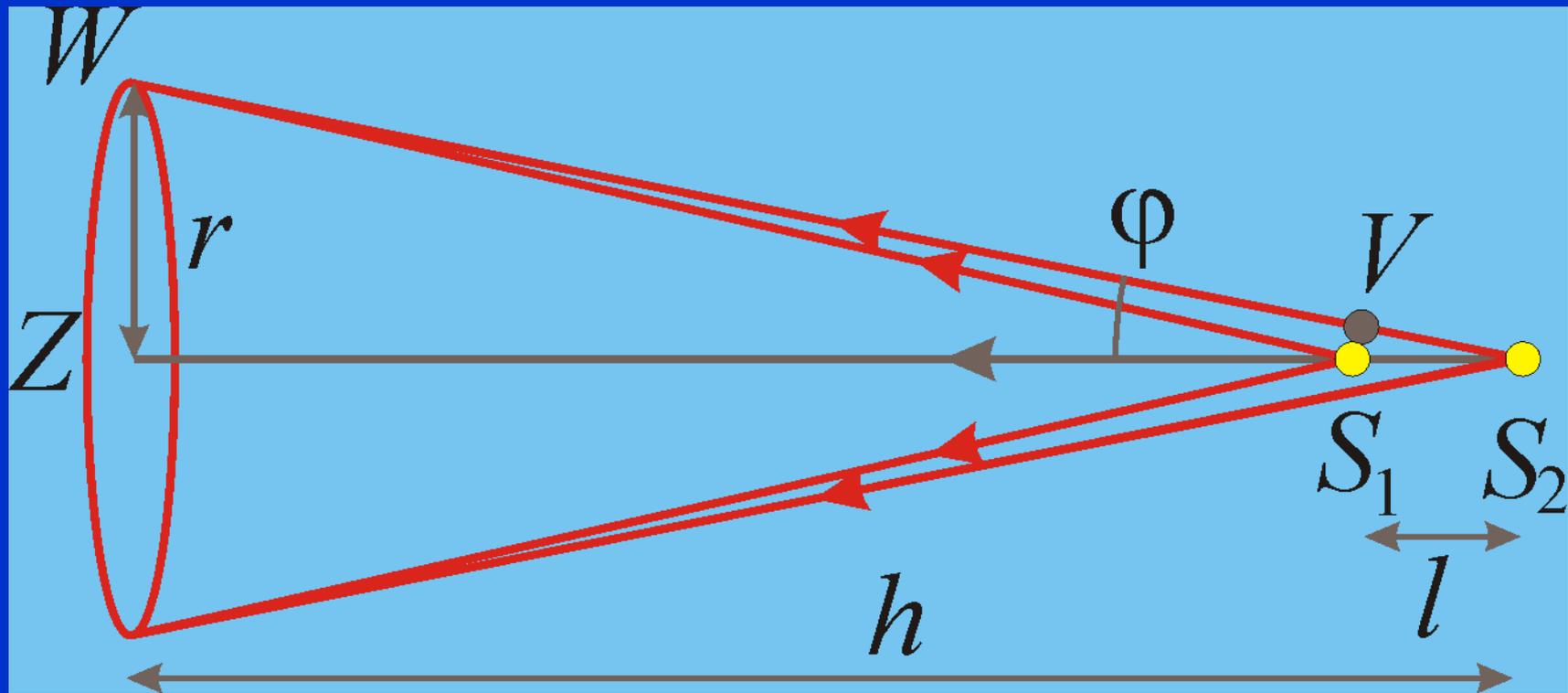
$$|S_1 S_2| = \left| \frac{R_1}{2} \frac{n(R_1 - R_2)}{n(R_1 - R_2) + R_2} \right|$$

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



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

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

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

# Средства для выполнения работ

Возможность создания дифракционных элементов (периодических и непериодических) на лазерном принтере 600 dpi

# Университетская гимназия - ориентир на исследовательскую деятельность



# Заключение

- Простейшие численные методы с использованием электронных таблиц (*MS Excel* или *OpenOffice*) 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.

# Энциклопедии

Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В.

1. Энергия и движение

2. Загадки оптики

Изд. ОЛМА медиа груп

2014 - 2015

[www.olmamedia.ru](http://www.olmamedia.ru)

[/authors/13728/](http://www.olmamedia.ru/authors/13728/)

