

Комплект задач подготовлен методической комиссией по физике при центральном оргкомитете Всероссийских олимпиад школьников  
Телефоны: (495) 408-80-77, 408-86-95.  
E-mail: [physolymp@gmail.com](mailto:physolymp@gmail.com)

### Авторы задач

#### 9 класс

1. Соловьёва К.
2. Старков Г.

#### 10 класс

1. Шевченко В.
2. Кудряшова Н.,  
Бычина О.

#### 11 класс

1. Проскурин М.
2. Дорошенко А.

Общая редакция — Кóзел С., Слободянин В.

Оформление и вёрстка — Сметнёв Д.

При подготовке оригинал-макета использовалась издательская система  $\text{\LaTeX}$  2<sub>ε</sub>.  
© Авторский коллектив  
Подписано в печать 16 апреля 2010 г. в 01:40.

141700, Московская область, г. Долгопрудный  
Московский физико-технический институт

### Задача 1. Муаровые узоры

Муаровый узор (муар, от французского *moiré*) — узор, который возникает при наложении двух периодических сетчатых рисунков (рис. 1). Явление обусловлено тем, что повторяющиеся элементы двух рисунков то накладываются друг на друга, то образуют промежутки.

Само понятие «муар» происходит от названия ткани *муар*. Муаровый узор, например, наблюдается при наложении друг на друга различных частей тюлевых занавесок. Когда-то муар использовали при пошиве дорогих костюмов, лент и так далее.

Муаровый узор возникает при цифровом фотографировании и сканировании сетчатых и других периодических изображений, если их период близок к расстоянию между светочувствительными элементами оборудования. Этот факт используется в одном из механизмов защиты денежных знаков от подделки: на купюры наносится волнообразный рисунок, который при сканировании может покрыться очень заметным узором, отличающим подделку от оригинала.

1. В данном эксперименте вам предстоит использовать эффект муара для определения периода  $d_A$  сетчатых рисунков.

При параллельном наложении (то есть когда листы полностью совпадают) друг на друга двух решёток  $A$  с одинаковым периодом  $d_A$  можно наблюдать равномерно серую картину. При относительном повороте решёток на угол  $\theta$  появляются муаровые полосы.

Снимите зависимость общего количества  $n$  наблюдаемых полос от угла поворота  $\theta$ . Данные измерений занесите в таблицу 1. Общее количество полос  $n$  (на рисунке 1  $n = 9$ ) — это количество полос на отрезке  $S$ , где  $S$  зависит от  $\theta$  и длины решётки  $L$ . Подумайте, какие функции от  $n$  и  $\theta$  откладывать по осям, чтобы зависимость имела линейный вид. Постройте график этой зависимости. По графику определите значение периода  $d_A$  решётки  $A$ . Приведите расчётные формулы и пояснительные рисунки.

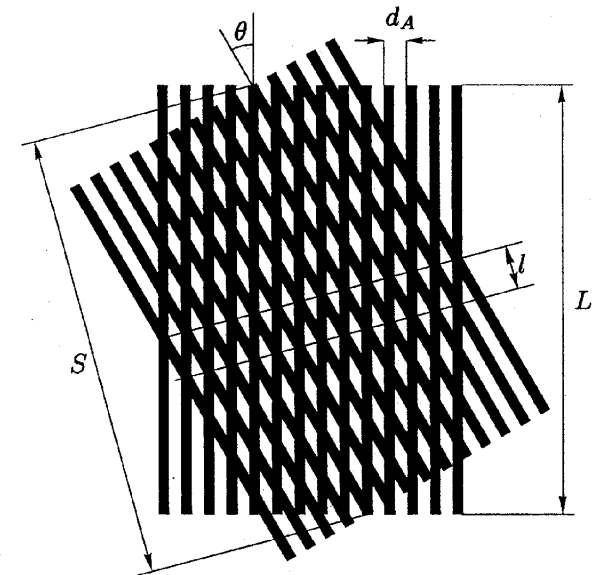


Рис. 1

2. Теперь наложите параллельно друг на друга решётки  $A$  и  $B$ . Вы должны увидеть структуру из тёмных и светлых полос, параллельных линиям решётки. Наблюдаемый эффект называется *биения*. Найдите разность периодов  $\Delta d = |d_A - d_B|$  решёток  $A$  и  $B$ .

3. Определите, у какой из решёток период больше, и найдите значение периода  $d_B$  решётки  $B$ . Не забудьте подробно описать и обосновать ваш метод.

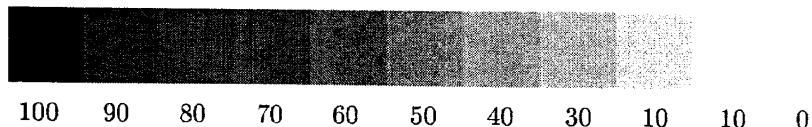


Рис. 2

4. Для передачи на печати различных оттенков серых цветов, используются изображения с разным отношением количества чёрных и белых точек. *Уровнем серого* (или просто серостью) назовём отношение количества чёрных точек к количеству всех точек. Таким образом, уровень 100% будет соответствовать чёрному цвету, а 0% — белому. Используя образцы с известным уровнем серого (рис. 2), определите ширину линии решётки  $A$ . Приведите расчётные формулы.

Таблица 1

$\theta,$	$n,$		
...	...	...	...

**Оборудование.** Две решётки  $A$ , напечатанные на прозрачной плёнке (размеры решёток 15 см  $\times$  10 см); решётка  $B$ , напечатанная на прозрачной плёнке; лист пенокартона, булавки для закрепления листов на пенокартоне; цветовые образцы с указанным уровнем серого.

Пенокартон исполняет роль подставки в эксперименте. На всех решётках изображён транспортир с ценой деления  $1^\circ$ .

### Задача 2. Нихромовая спираль

1. Определите удельное сопротивление  $\lambda$  нихрома.

2. Определите плотность  $\rho$  нихрома.

**ВНИМАНИЕ.** Выданную спираль запрещается разматывать и сильно деформировать.

**Оборудование.** Спираль из нихромовой проволоки, мультиметр, 5 листов офисной бумаги А4 с поверхностной плотностью 80 г/м<sup>2</sup>, линейка, карандаш.