

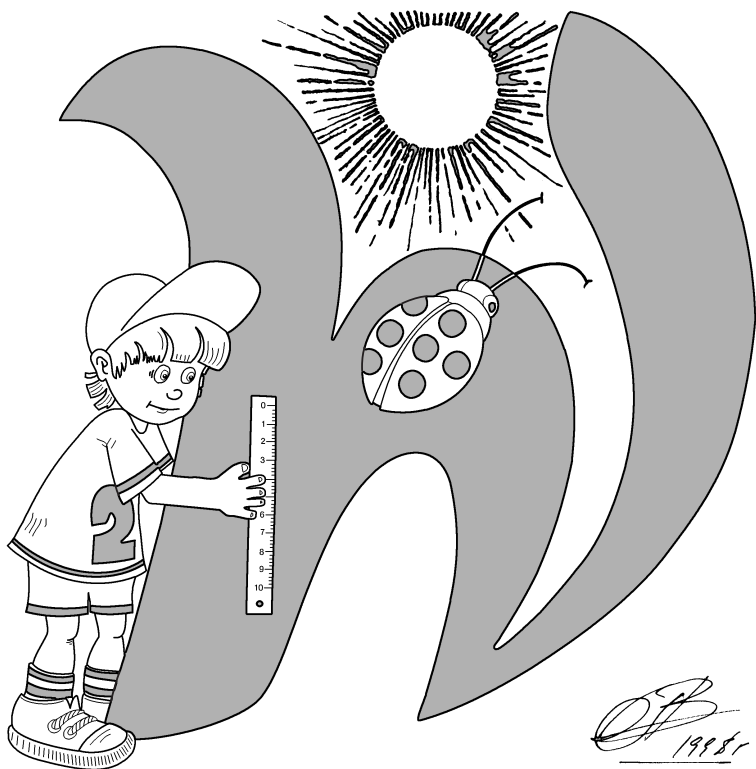
Федеральное агентство по образованию  
Центральный оргкомитет Всероссийских олимпиад

## XXXVII Всероссийская олимпиада школьников по физике

Региональный этап

Экспериментальный тур

Методическое пособие



МФТИ, 2002/2003 уч.г.

Комплект задач подготовлен методической комиссией по физике  
Центрального оргкомитета Всероссийских олимпиад школьников  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
Телефоны: (095) 408-80-77, 408-86-95.  
E-mail: [fizolimp@mail.ru](mailto:fizolimp@mail.ru) (с припиской **antispan** к теме письма)

Авторы задач

9 класс	10 класс	11 класс
1. Слободянин В.	1. Кирьяков Б., Слободянин В.	1. Кирьяков Б.

Общая редакция — Слободянин В.

Техническая редакция — Чудновский А.

Оформление и верстка — Чудновский А., Ильин А.

При подготовке оригинал-макета  
использовалась издательская система  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ .  
© Авторский коллектив  
Подписано в печать 14 марта 2005 г. в 22:42.

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

## Вниманию организаторов

В 2002/2003 уч.г. Министерством образования РФ установлены следующие сроки проведения региональной олимпиады школьников по физике:  
теоретический тур — 11 января 2003 г.,  
экспериментальный тур — 12 января 2003 г.

Напоминаем, что согласно Положению о Всероссийских олимпиадах школьников региональный этап олимпиады проводится для учащихся 9 ÷ 11 классов (в олимпиаде имеют право участвовать школьники и других классов). Департаментам предлагается в качестве эксперимента провести теоретический тур также и для учащихся 8 классов.

Каждая теоретическая задача оценивается из 10 баллов, а каждая экспериментальная — из 15 баллов. На выполнение задания каждого тура отводится 4 часа для 8-9 классов и 5 часов для 10-11 классов.

Подбор второй задачи экспериментального тура возлагается на местное жюри.

9 класс

### Задача 1. «Черный ящик» с тремя резисторами

Произвольная электрическая схема, состоящая только из резисторов и имеющая три вывода, может быть заменена любой из двух эквивалентных схем: «треугольником» (рис. 1) или «звездой» (рис. 2).

Выведите формулы для пересчета сопротивлений схемы «треугольник» в сопротивления схемы «звезда», то есть выразите  $R_A$ ,  $R_B$  и  $R_C$  через  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ .

Определите, по какой схеме («треугольник» или «звезда») соединены три резистора (два постоянных и один переменный) в «черном ящике». Вычислите значения сопротивлений постоянных резисторов и найдите пределы изменения переменного резистора.

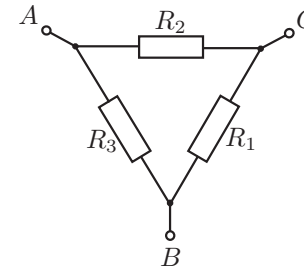


Рис. 1

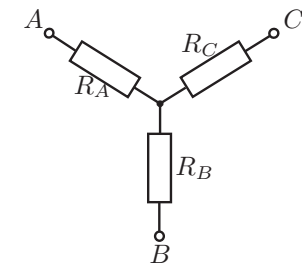


Рис. 2

*Оборудование.* «Черный ящик» с выведенными наружу тремя клеммами  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и ручкой регулировки переменного сопротивления, омметр.

10 класс

### Задача 1. «Мягкое» трение

Определите коэффициент трения линейки о мягкий паралон.

*Оборудование.* Три одинаковых линейки, полоска паралона, приклеенная к столу, скотч, ножницы.

*Примечание.* Запрещается отрывать паралон от стола и наклонять стол.

11 класс

### Задача 1. Фокусное расстояние

Измерьте фокусное расстояние  $F$  линзы, используя все предложенное оборудование. Предложите другие способы и измерьте с их помощью фокусное расстояние.

*Оборудование.* Линза, зеркало, линейка, лист белой бумаги.

Возможные решения

9 класс

**Задача 1. «Черный ящик» с тремя резисторами**

Решение. 1. Из рисунков 2 и 3 следует:

$$R_B + R_C = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}, \quad (1)$$

$$R_C + R_A = \frac{R_2(R_3 + R_1)}{R_1 + R_2 + R_3}, \quad (2)$$

$$R_A + R_B = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3}. \quad (3)$$

Сложив (1) с (2) и вычтя (3), получим

$$R_A = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

Аналогично найдем

$$R_B = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}, \quad R_C = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

2. Предположим, что в «черном ящике» резисторы соединены по схеме «треугольник», тогда сопротивление между любой парой клемм будет зависеть от величины переменного сопротивления. Из опыта получаем, что сопротивление  $R_{AC}$  между клеммами  $A$  и  $C$  постоянно, следовательно, резисторы соединены по схеме «звезда», причем переменный резистор соединен с клеммой  $B$ .

3. Выразим измеренные сопротивления  $R_{AB}$ ,  $R_{AC}$  и  $R_{BC}$  между парами клемм через  $R_A$ ,  $R_B$  и  $R_C$ :

$$R_{AB} = R_A + R_B, \quad R_{AC} = R_A + R_C, \quad R_{BC} = R_B + R_C.$$

Сложив первое из этих уравнений со вторым и вычтя третье, получим

$$R_A = \frac{1}{2}(R_{AB} + R_{AC} - R_{BC}).$$

Аналогично найдем

$$R_B = \frac{1}{2}(R_{AB} + R_{BC} - R_{AC}), \quad R_C = \frac{1}{2}(R_{AC} + R_{BC} - R_{AB}).$$

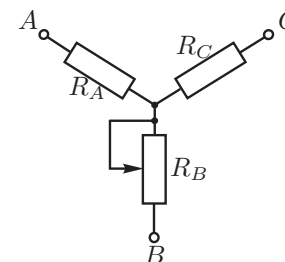


Рис. 4

*Рекомендации для организаторов.* Внутри черного ящика следует соединить резисторы по схеме «звезда» (рис. 4). Значения сопротивлений можно выбрать следующими:  $R_A \sim 1$  кОм,  $R_C \sim 2$  кОм. Сопротивление переменного резистора  $R_B \sim (0 \div 5)$  кОм.

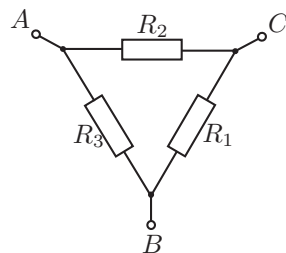


Рис. 3

10 класс

**Задача 1. «Мягкое» трение**

Для нахождения искомого значения коэффициента трения  $\mu$  можно собрать из двух линейек небольшое устройство, соединив скотчем середину одной с концом другой. Такая конструкция позволяет достичь равномерного распределения давления со стороны линейки на паралон. Если давить на систему вдоль линейки с силой  $\vec{F}$ , много большей веса самой линейки, то при некотором угле  $\alpha$  начнется проскальзывание (рис. 5). Для данной конфигурации оборудования можно записать систему уравнений:

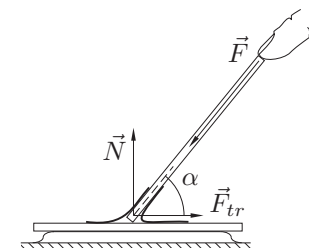


Рис. 5

$$F_{tr} = F \cos \alpha, \quad N = F \sin \alpha, \quad F_{tr} = \mu N,$$

где  $N$  — нормальная реакция опоры,  $\mu$  — искомый коэффициент трения. Силой тяжести пренебрегаем, так как  $F \gg mg$  ( $m$  — масса линейки). Из этой системы получаем:

$$\mu = \operatorname{ctg} \alpha = \frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{h},$$

где  $L$  — длина линейки,  $h$  — высота верхней точки наклонной линейки над горизонтальной линейкой.

11 класс

**Задача 1. Фокусное расстояние**

Поперечное увеличение плоского предмета  $AB$ , расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы на двойном фокусном расстоянии от нее, равно единице. Линза, плотно прижатая к плоскому зеркалу, обеспечивает такое же поперечное увеличение, как и линза с удвоенной оптической силой (с вдвое меньшим фокусным расстоянием), так как лучи отражаются от зеркала и проходят через линзу второй раз. Следовательно, если на зеркало положить линзу с фокусным расстоянием  $F$  и в ее фокальной плоскости расположить предмет  $AB$ , то его действительное изображение  $A'B'$  будет иметь те же размеры и находиться в той же плоскости (рис. 6).

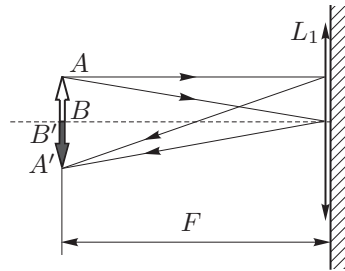


Рис. 6

Предмет, с помощью которого данный опыт можно реализовать на практике, в перечне оборудования отсутствует. Его необходимо изготовить. На листе бумаги следует начертить два параллельных штриха и перегнуть лист так, чтобы штрихи были снаружи (рис. 7). При этом получится одинаковый по своему виду «предмет» по обе стороны сложенного листа. Помещая согнутый лист между глазом и системой «линза-зеркало», можно видеть одновременно «предмет» и его действительное изображение. Ориентируясь на штрихи, остается только найти положение листа, при котором размеры изображения будут равны размеру «предмета», и измерить расстояние от листа до системы «линза-зеркало» с помощью вертикально установленной линейки. Это расстояние и будет искомым фокусным расстоянием  $F$  линзы.

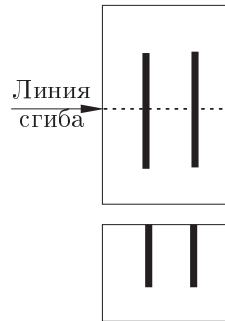


Рис. 7

*Рекомендации для организаторов.* Для успешного решения задачи необходима собирающая линза с фокусным расстоянием  $F \sim 10$  см.

**Для заметок**