

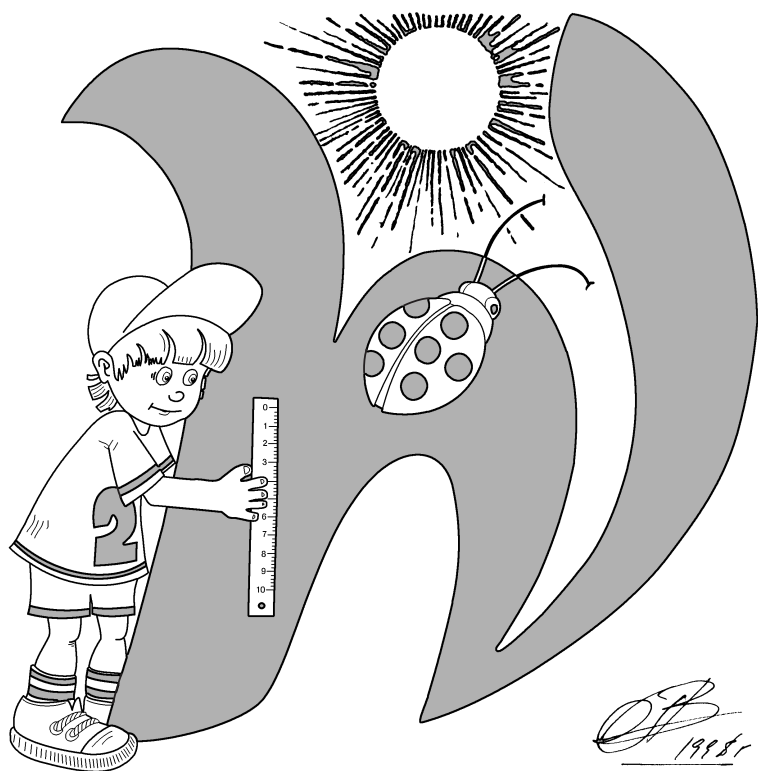
Федеральное агентство по образованию
Центральный оргкомитет Всероссийских олимпиад

XXXVIII Всероссийская олимпиада школьников по физике

Региональный этап

Экспериментальный тур

Методическое пособие



МФТИ, 2003/2004 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 (с припиской **antispan** к теме письма)

Авторы задач

8 класс

1. Александров Д.

10 класс

1. Слободянин В.

9 класс

1. Чудновский А.

11 класс

1. Лукьянов И., Сунцов Е.

Общая редакция — Слободянин В.

Оформление и верстка — Чудновский А., Самокотин А.

При подготовке оригинал-макета
использовалась издательская система $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$.
© Авторский коллектив
Подписано в печать 14 марта 2005 г. в 22:43.

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

Вниманию организаторов

В 2003/2004 уч.г. Министерством образования РФ установлены следующие сроки проведения региональной олимпиады школьников по физике:
теоретический тур — 11 января 2004 г.,
экспериментальный тур — 12 января 2004 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 и экспериментальный туры 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 4,5 часа для 10-11 классов.

Подбор второй задачи экспериментального тура возлагается на местное жюри.

8 класс

Задача 1. Толщина бумаги

Найдите отношение толщин двух выданных вам листов бумаги.

Оборудование. Два листа бумаги формата А4 разной толщины, линейка, ножницы.

9 класс

Задача 1. Лампочки

Определите схему «черного ящика», если известно, что она содержит элементы только трех типов (рис. 1): источник тока, лампочка, двухпозиционный переключатель. Все лампочки и переключатели выведены наружу.

Примечание. Для сокращения записи рекомендуется пользоваться следующими обозначениями:

$L_1 = 0$ — лампочка L_1 не горит;

$L_1 = 1$ — лампочка L_1 горит;

$P_1 = 1$ — переключатель P_1 в положении 1 (отжат);

$P_1 = 2$ — переключатель P_1 в положении 2 (нажат);

аналогично для остальных лампочек и переключателя.

Оборудование. «Черный ящик» с выведенными наружу тремя лампочками и двумя переключателями.

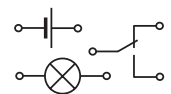


Рис. 1

10 класс

Задача 1. Поролоновая подушка

Определите модуль Юнга E (при сжатии) куска поролона.

Оборудование. Кусок поролона, штатив с лапкой, карандаш, две линейки, груз известной массы, нитки, миллиметровая бумага.

11 класс

Задача 1. Растворение витамина

1. Изучите зависимость диаметра D драже витамина от времени t растворения в воде и постройте ее график.

2. Дайте теоретическое объяснение полученным результатам.

3. Найдите значения характерных параметров процесса растворения драже витамина.

Оборудование. Пять драже витамина, секундомер, штангенциркуль, сосуд с горячей водой, ложечка, салфетки, миллиметровая бумага.

Возможные решения

8 класс

Задача 1. Толщина бумаги

Воспользуемся методом рядов: разрежем каждый из листов бумаги на большое (порядка сотни) количество прямоугольников. Из полученных кусочков разных сортов сложим две стопки. Поставим их рядом на стол, а сверху на них установим ребром линейку. При этом к ней сверху нужно прикладывать небольшое усилие, чтобы кусочки бумаги плотно прилегали друг к другу. Подберем количество кусочков в стопках так, чтобы линейка была параллельна поверхности стола. В этом случае искомое отношение будет обратно отношению количества кусочков в соответствующих стопках. На одном из прямоугольников удобно нарисовать шкалу для проверки параллельности линейки и поверхности стола. С линейкой длиной $40 \div 50$ см толщину стопок можно выровнять с точностью до $0,1 \div 0,2$ мм.

9 класс

Задача 1. Лампочки

Для каждой комбинации положений переключателей определим, какие лампочки горят:

K_1	K_2	L_1	L_2	L_3
1	1	0	0	0
1	2	0	1	1
2	1	1	1	0
2	2	0	0	0

Заметим, что лампочка L_2 всегда горит одновременно с L_1 или L_3 . Если же переключатели находятся в одинаковых положениях, то лампочки не светят. Можно убедиться, что только схема (рис. 2) удовлетворяет экспериментальным данным.

Рекомендации для организаторов. Источник тока должен обеспечивать заметное свечение двух лампочек, соединенных последовательно. На лицевой панели «черного ящика» нужно проставить обозначения лампочек, переключателей и их положений.

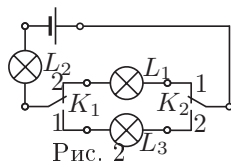


Рис. 2

10 класс

Задача 1. Поролоновая подушка

Соберем установку (рис. 3).

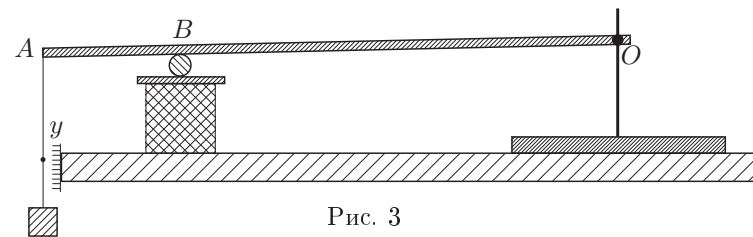


Рис. 3

С помощью лапки штатива обеспечим в точке O ось вращения линейки OA . В точке B линейка опирается на круглый карандаш, который в свою очередь лежит на другой линейке, обеспечивающей равномерное распределение нагрузки на поролон. К концу A линейки привязана нитка (пока без груза) с узелком напротив шкалы из миллиметровки. Измерим длину линейки $L = OA$ и плечо $l = OB$ реакции поролона, а также площадь S горизонтального сечения и высоту h куса поролона. Прикрепим к нитке груз массой m и измерим смещение Δy узелка на нитке.

Модуль Юнга определяется из соотношения:

$$\Delta F = \frac{ES}{h} \Delta x,$$

где Δx — дополнительное сжатия поролона вследствие увеличения силы давления на ΔF . Из геометрии установки и условия равновесия находим:

$$\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{l}{L}, \quad \frac{\Delta F}{mg} = \frac{L}{l}.$$

Из записанных уравнений получаем

$$E = \frac{mgh}{S\Delta y} \left(\frac{L}{l} \right)^2.$$

Следует проделать серию измерений для различных значений l и построить график зависимости $1/\Delta y$ от l^2 . По его угловому коэффициенту k найдем значение модуля Юнга:

$$E = \frac{k m g h L^2}{S}.$$

Рекомендации для организаторов. Карандаш круглый, незаточенный. Кусок поролона в форме параллелипипеда, ориентировочные размеры которого $2 \times 2 \times 10$ см³.

11 класс

Задача 1. Растворение витамина

Будем считать, что скорость растворения пропорциональна площади S поверхности драже:

$$\frac{dV}{dt} = -vS.$$

Здесь V — объем драже, v — коэффициент пропорциональности. Поскольку $V = (4/3)\pi R^3$ и $S = 4\pi R^2$, где R — радиус драже, получим

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) = -v4\pi R^2, \quad \frac{dR}{dt} = -v = \text{const}.$$

Следовательно, $R = R_0 - vt$, $D = D_0 - 2vt$. Здесь $D_0 = 2R_0$ — начальный диаметр драже. Физический смысл величины v — скорость изменения радиуса драже.

Снимем зависимость $D(t)$, проводя измерения через каждые 30 с. Построим график этой зависимости. На нем видны два прямолинейных участка. Такой характер зависимости объясняется тем, что драже состоит из двух слоев, которые растворяются с разной скоростью. Излом на графике соответствует началу растворения внутреннего слоя, диаметр которого D_1 .

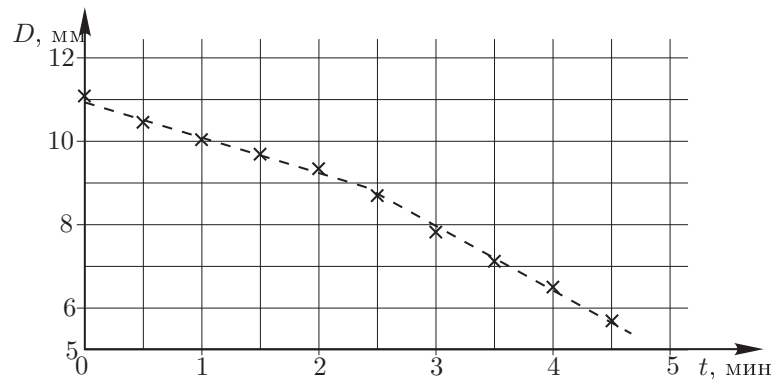


Рис. 4

По графику определяем значения коэффициента v для каждого из прямолинейных участков.

Для витамина «Гексавит УВИ» были получены следующие результаты:

$$v_1 = (1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ мм/с}, \quad v_2 = (2,5 \pm 0,2) \text{ мм/с}, \quad D_1 = (9,0 \pm 0,4) \text{ мм}.$$

Рекомендации для организаторов. Драже должны быть шарообразными, состоять из двух слоев (подойдут любые дешевые, например, «Гексавит УВИ») с разными скоростями растворения слоев и быть как можно большего размера (чтобы увеличить время эксперимента). Каждому участнику выдается банка объемом $(0,5 \div 1)$ л с водой при температуре $(40 \div 45)^\circ\text{C}$.