

Задачи

1. Найдите все конечные множества S точек плоскости, содержащие не менее трех точек, удовлетворяющие следующему условию: для любых двух различных точек A и B из S серединный перпендикуляр к отрезку AB является осью симметрии множества S .

(Эстония)

2. Пусть n – данное целое число, $n \geq 2$.

а) Определите наименьшую константу C такую, что неравенство

$$\sum_{1 \leq i < j \leq n} x_i x_j (x_i^2 + x_j^2) \leq C \left(\sum_{1 \leq i \leq n} x_i \right)^4$$

выполняется для всех действительных чисел $x_1, \dots, x_n \geq 0$.

б) Для этой константы C определите, когда выполняется равенство.

(Польша)

3. См. задачу M1716 «Задачника «Кванта».

4. Найдите все пары (n, p) натуральных чисел такие, что p – простое, $n \leq 2p$ и $(p-1)^n + 1$ делится на n^{p-1} . (Тайвань)

5. См. задачу M1717 «Задачника «Кванта».

6. См. задачу M1718 «Задачника «Кванта».

Публикацию подготовили
Н. Агаханов, Д. Терешин

XXX Международная олимпиада школьников по физике

В июле прошлого года в городе Падуе (Италия) прошла очередная международная физическая олимпиада. В ней приняли участие школьники 62 государств.

В команду России входили:

Кравцов Константин – г. Москва, лицей «Вторая школа», учителя Д.А. Александров, А.Р. Зильберман;

Панов Евгений – г. Челябинск, физико-математический лицей 31, учитель И.А. Иоганевич;

Полянский Юрий – г. Радужный Владимирской обл., средняя школа 2, учитель С.А. Муканов;

Сырицын Сергей – г. Саратов, физико-технический лицей 1, учитель Л.В. Правдина;

Чудновский Александр – г. Челябинск, лингво-гуманитарная гимназия 96, учитель Б.П. Виравчев.

По итогам олимпиады команда России заняла (в неофициальном командном зачете) первое место, завоевав 4 золотых медали (К. Кравцов, Е. Панов, А. Чудновский, С. Сырицын) и 1 серебряную медаль (Ю. Полянский) и набрав 231,3 балла. Далее шли команды Ирана (227,4 балла), Китая (214,1 балла), США (214,0 балла), Украины (210,5 балла).

Ниже приводятся условия задач теоретического тура XXX Международной физической олимпиады. Задачи подготовлены Научным комитетом олимпиады с участием профессоров университетов Болоньи, Неаполя, Турина и Триеста.

Теоретический тур

Задача 1. Поглощение излучения в газе

Вертикально расположенный цилиндрический сосуд содержит под поршнем газ в состоянии термодинамического равновесия. Поршень представляет собой стеклянную пластинку и может свободно перемещаться. Будем предполагать, что утечки газа не происходит и что трение между стеклянным поршнем и стенками цилиндра достаточное, чтобы подавлять колебания, но не вносит заметных потерь энергии. Первоначальная температура газа равна температуре окружающей среды. С хорошим приближением

газ можно считать идеальным. Будем также считать, что стенки цилиндра (включая поршень и дно) имеют очень низкую теплопроводность и теплоемкость, поэтому теплообмен между газом и окружающей средой происходит очень медленно и им можно пренебречь при решении данной задачи.

Через стеклянную пластинку в цилиндр направляется пучок света от лазера постоянной мощности. Это излучение проходит через воздух и стекло без поглощения, но полностью поглощается газом в сосуде. В результате поглощения молекулы газа переходят в возбужденные состояния, из которых они быстро возвращаются в основное состояние путем ступенчато-



го испускания инфракрасной радиации. Инфракрасное излучение в дальнейшем поглощается другими молекулами и отражается стенками сосуда, включая стеклянный поршень. Поэтому энергия лазерного излучения, поглощенная газом, в течение очень короткого интервала времени трансформируется в энергию теплового движения молекул.

В этом процессе стеклянный поршень смещается вверх. После определенного времени облучения лазер выключается и измеряется смещение поршня.

1) Используя данные, приведенные ниже, и, если необходимо, данные о физических константах, определите температуру и давление газа после облучения. (2 балла)

2) Вычислите механическую работу, совершенную газом в результате поглощения излучения. (1 б.)

3) Подсчитайте энергию излучения, поглощенную при облучении. (2 б.)

4) Рассчитайте мощность излучения лазера, поглощенную газом, и соответствующее число поглощенных фотонов (и, следовательно, число элементарных процессов поглощения лазерных фотонов) в единицу времени. (1,5 б.)

5) Подсчитайте долю оптической энергии, преобразованную в механическую потенциальную энергию стеклянного поршня. (1 б.)

Затем цилиндр медленно поворачивают на 90° так, что его ось принимает горизонтальное положение. Теплообменом между газом и стенками сосуда по-прежнему можно пренебречь.