

**XLIX ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
II (МУНИЦИПАЛЬНЫЙ) ЭТАП. САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ**

11 класс

7 декабря 2014 г.

1. В длинную горизонтальную трубу помещены 2014 одинаковых шариков, диаметром 1 см каждый. В начальный момент времени расстояние между любыми двумя соседними шариками равно 6 см. Про начальные скорости шариков v_i ($i = 1, 2, \dots, N$) известно, что: 1) по модулю они равны 0 или 11 см/с; 2) их проекции на ось, направленную вдоль трубы, могут быть как положительными, так и отрицательными; 3) модули скоростей шариков, расположенных симметрично относительно центра системы, равны ($|v_i| = |v_{N+1-i}|$); 4) сумма проекций скоростей всех шариков равна нулю, а сумма квадратов скоростей всех шариков равна $242 \text{ см}^2/\text{с}^2$. Через 2013 с после начала движения расстояние между двумя крайними шариками утроилось. Через какое время (после начала движения) оно станет в пять раз больше, чем начальное? Шарiki движутся без трения, сопротивление воздуха отсутствует, соударения между шариками абсолютно упругие и «мгновенные» (т.е. время столкновения пренебрежимо мало), при столкновениях шариков их энергия трубе не передается. Под расстоянием между любыми двумя шариками в данной задаче понимается расстояние между их центрами, внутренний диаметр трубы чуть больше 1 см.

2. Умелец изобрёл чудо-пластину, обладающую следующим чудесным свойством: 98% падающих на неё молекул с одной (синей) стороны она упруго отражает, а остальные свободно пропускает. При падении же молекул на вторую (красную) сторону пластина свободно пропускает лишь 1% частиц, упруго отражая остальные. На основе обнаруженного свойства плёнки он решил сделать летательный аппарат. Рассчитайте минимальную площадь чудо-пластины, которая понадобится умельцу массой 60 кг, чтобы подняться над землёй при нормальных атмосферных условиях. Считайте, что масса самой пластины пренебрежимо мала. Какая сторона пластины должна быть сверху, а какая – снизу?

3. На рис. представлен график для упрощенной модели одного из циклов, используемых в современных двигателях – цикла Дизеля. Процессы 1–2 и 3–4 адиабатические, объем газа в процессе 1–2 уменьшается в 12 раз, температуры в т. 1, 3 и 4 подписаны на рис. Считая, что рабочим телом является воздух, вычислите КПД этого цикла. *Комментарий:* в реальном цикле Дизеля в т.2 в систему впрыскивается топливо, возгорание которого и приводит к расширению, а в т.1 продукты сгорания топлива удаляются из рабочей камеры и замещаются воздухом. В данной задаче будем пренебрегать влиянием этих процессов на КПД.

4. Металлический параллелепипед имеет размеры $a \times a \times b$, причем $a \ll b$. На прямой, соединяющей центры его малых граней, на расстоянии $r \gg b$ от него расположен диполь, дипольный момент которого равен p , а ось совпадает с указанной прямой. Оцените силу, действующую на параллелепипед со стороны диполя. *Примечание:* диполем называются два точечных заряда одинаковой величины, но разного знака, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга. Его дипольным моментом называется произведение величины зарядов на расстояние между ними.

5. Однажды экспериментатор Глюк приобрел редкую монету и решил ее рассмотреть поподробнее. Обнаружив, что у него под рукой нет никаких оптических приборов, Глюк взял узкий прямой цилиндрический тонкостенный стакан, положил на его дно монету и стал наливать воду. Оцените, какого наибольшего увеличения сможет добиться Глюк, если показатель преломления воды 1,33, а высота стакана 20 см. До какой высоты придется налить воду? Считайте, что во избежание искажений Глюк смотрит на стакан точно сверху.

Решения задач и критерии оценивания будут размещены на сайте sarphys.narod.ru

**XLIX ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
II (МУНИЦИПАЛЬНЫЙ) ЭТАП. САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ**

11 класс

7 декабря 2014 г.

1. В длинную горизонтальную трубу помещены 2014 одинаковых шариков, диаметром 1 см каждый. В начальный момент времени расстояние между любыми двумя соседними шариками равно 6 см. Про начальные скорости шариков v_i ($i = 1, 2, \dots, N$) известно, что: 1) по модулю они равны 0 или 11 см/с; 2) их проекции на ось, направленную вдоль трубы, могут быть как положительными, так и отрицательными; 3) модули скоростей шариков, расположенных симметрично относительно центра системы, равны ($|v_i| = |v_{N+1-i}|$); 4) сумма проекций скоростей всех шариков равна нулю, а сумма квадратов скоростей всех шариков равна $242 \text{ см}^2/\text{с}^2$. Через 2013 с после начала движения расстояние между двумя крайними шариками утроилось. Через какое время (после начала движения) оно станет в пять раз больше, чем начальное? Шарiki движутся без трения, сопротивление воздуха отсутствует, соударения между шариками абсолютно упругие и «мгновенные» (т.е. время столкновения пренебрежимо мало), при столкновениях шариков их энергия трубе не передается. Под расстоянием между любыми двумя шариками в данной задаче понимается расстояние между их центрами, внутренний диаметр трубы чуть больше 1 см.

2. Умелец изобрёл чудо-пластину, обладающую следующим чудесным свойством: 98% падающих на неё молекул с одной (синей) стороны она упруго отражает, а остальные свободно пропускает. При падении же молекул на вторую (красную) сторону пластина свободно пропускает лишь 1% частиц, упруго отражая остальные. На основе обнаруженного свойства плёнки он решил сделать летательный аппарат. Рассчитайте минимальную площадь чудо-пластины, которая понадобится умельцу массой 60 кг, чтобы подняться над землёй при нормальных атмосферных условиях. Считайте, что масса самой пластины пренебрежимо мала. Какая сторона пластины должна быть сверху, а какая – снизу?

3. На рис. представлен график для упрощенной модели одного из циклов, используемых в современных двигателях – цикла Дизеля. Процессы 1–2 и 3–4 адиабатические, объем газа в процессе 1–2 уменьшается в 12 раз, температуры в т. 1, 3 и 4 подписаны на рис. Считая, что рабочим телом является воздух, вычислите КПД этого цикла. *Комментарий:* в реальном цикле Дизеля в т.2 в систему впрыскивается топливо, возгорание которого и приводит к расширению, а в т.1 продукты сгорания топлива удаляются из рабочей камеры и замещаются воздухом. В данной задаче будем пренебрегать влиянием этих процессов на КПД.

4. Металлический параллелепипед имеет размеры $a \times a \times b$, причем $a \ll b$. На прямой, соединяющей центры его малых граней, на расстоянии $r \gg b$ от него расположен диполь, дипольный момент которого равен p , а ось совпадает с указанной прямой. Оцените силу, действующую на параллелепипед со стороны диполя. *Примечание:* диполем называются два точечных заряда одинаковой величины, но разного знака, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга. Его дипольным моментом называется произведение величины зарядов на расстояние между ними.

5. Однажды экспериментатор Глюк приобрел редкую монету и решил ее рассмотреть поподробнее. Обнаружив, что у него под рукой нет никаких оптических приборов, Глюк взял узкий прямой цилиндрический тонкостенный стакан, положил на его дно монету и стал наливать воду. Оцените, какого наибольшего увеличения сможет добиться Глюк, если показатель преломления воды 1,33, а высота стакана 20 см. До какой высоты придется налить воду? Считайте, что во избежание искажений Глюк смотрит на стакан точно сверху.

Решения задач и критерии оценивания будут размещены на сайте sarphys.narod.ru

