

10 класс, Вариант №1

Решения

1 Для оценки предположим, что вся энергия взрыва идёт только на выталкивание жидкости из полости на поверхность. Приравнявая работу, необходимую для опускания воздушного шара заданного объёма на некоторую глубину, к энергии, выделяемой при взрыве, найдём необходимый радиус полости:

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g H = QM,$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3QM}{4\pi\rho gH}}$$

2 Перейдём в систему отсчёта, где один из брусков покоится и сразу найдём квадрат времени, необходимого для столкновения брусков:

$$t^2 = \frac{2S}{a_1 + a_2}.$$

За это время муха пролетит расстояние:

$$S_1 = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{2} t^2 = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{a_1 + a_2} S$$

3 Воспользовавшись уравнением Менделеева-Клайперона можем сделать вывод о том, что сосуд с сухим воздухом окажется тяжелее, чем с влажным. Так как молярная масса воды меньше, чем молярная масса воздуха.

4 Обозначим через R_1 и R_2 сопротивления участков кольца между точками присоединения проводов, тогда можно записать два уравнения. Сопротивление куска проволоки:

$$R_0 = R_1 + R_2 \quad (1)$$

Участки кольца при подсоединённых проводах – два параллельных резистора:

$$R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2). \quad (2)$$

Решая совместно уравнения получим

$$R_1 = (R_0 \pm R_0(1 - 4R/R_0)^{1/2}) / 2 = 50 \pm 30 \text{ Ом}. \quad (3)$$

Отсюда, сопротивления двух плеч кольца должны быть $R_1 = 80 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$.

5 Отметим, на каких участках циклов тепло поступает в систему, а на каких теряется.

С введением этих обозначений можем записать для цикла 1-2-3-1:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}.$$

Отсюда находим

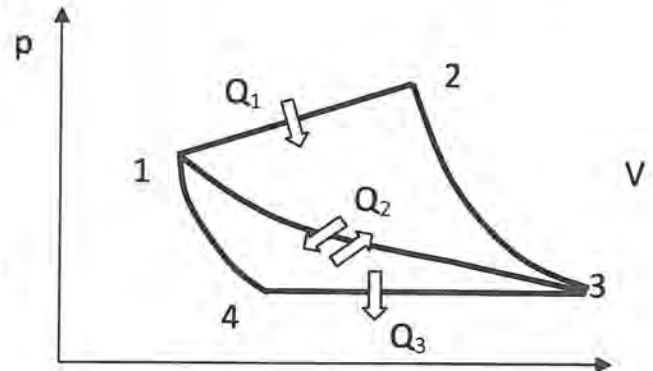
$$Q_2 = (1 - \eta_1)Q_1.$$

В цикле 1-3-4-1 подведённое тепло равно Q_2 . КПД этого цикла

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_2} = \frac{A_2}{(1 - \eta_1)Q_1};$$

КПД цикла 1-2-3-4-1

$$\eta_3 = \frac{A_1 + A_2}{Q_1} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2.$$



10 класс, Вариант №2

Решения

1 Для оценки предположим, что вся энергия взрыва идёт только на выталкивание жидкости из полости на поверхность. Приравнявая работу, необходимую для опускания воздушного шара заданного объёма на некоторую глубину, к энергии, выделяемой при взрыве, найдём необходимый радиус полости:

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g H = QM,$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3QM}{4\pi\rho gH}}$$

2 Перейдём в систему отсчёта, где один из брусков покоится и сразу найдём квадрат времени, необходимого для столкновения брусков:

$$t^2 = \frac{2S}{a_1 + a_2}.$$

За это время муха пролетит расстояние:

$$S_1 = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{2} t^2 = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{a_1 + a_2} S$$

3 У двухатомного газа 5 степеней свободы, а у одноатомного 3. Соответственно можем записать:

$$\frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{5}{2} \nu R T_2,$$

$$T_2 = 3T_1,$$

То есть температура повысится.

4 Обозначим через R_1 и R_2 сопротивления участков кольца между точками присоединения проводов, тогда можно записать два уравнения. Сопротивление куска проволоки:

$$R_0 = R_1 + R_2 \quad (1)$$

Участки кольца при подсоединённых проводах – два параллельных резистора:

$$R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2). \quad (2)$$

Решая совместно уравнения получим

$$R_1 = (R_0 \pm R_0(1 - 4R/R_0)^{1/2}) / 2 = 32 \pm 8 \text{ Ом}. \quad (3)$$

Отсюда, сопротивления двух плеч кольца должны быть $R_1 = 40 \text{ Ом}$, $R_2 = 24 \text{ Ом}$.

5 Участки 4-1 и 2-3 – изохоры, участок 3-4 изобара, участки 1-2 и 2-4 p представляют собой линейную зависимость от объёма. Отметим, на каких участках циклов тепло поступает в систему, а на каких теряется.

С введением этих обозначений можем записать для цикла 1-2-4-1:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_1 + Q_3} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1 + Q_3}.$$

Отсюда находим

$$Q_2 = (1 - \eta_1)(Q_1 + Q_3).$$

В цикле 2-3-4-2 подведённое тепло равно Q_2 . КПД этого цикла

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_2} = \frac{A_2}{(1 - \eta_1)(Q_1 + Q_3)};$$

КПД цикла 1-2-3-4-1

$$\eta_3 = \frac{A_1 + A_2}{Q_1 + Q_3} = \frac{\eta_1(Q_1 + Q_3) + \eta_2(1 - \eta_1)(Q_1 + Q_3)}{Q_1 + Q_3} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2.$$

