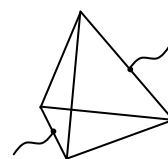


5.2.7. Вариант задания заключительного тура для 10-го класса

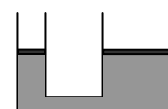
1. Самолет, совершающий рейс Москва-Нью-Йорк, вылетает в 8.00 по московскому времени и прибывает в 13.00 по нью-йоркскому. Обратный рейс отправляется в 3.00 по нью-йоркскому и прибывает в 22.00 по московскому времени. Определите разницу времени между Москвой и Нью-Йорком.

2. Тело падает с высоты h на землю без начальной скорости. Какое расстояние пройдет тело за вторую четверть полного времени движения до поверхности земли?

3. Из проволоки сделали правильную пирамиду, все ребра которой имеют одинаковую длину и одинаковое сопротивление. К серединам двух противоположных сторон подключают источник электрического напряжения (см. рисунок). Известно, что сопротивление пирамиды равно R . Чему равно сопротивление одного ребра?



4. Два сообщающихся сосуда имеют форму цилиндров с площадью сечений S и $4S$. В сосуды налита жидкость, поверхности которой закрыты невесомыми поршнями (см. рисунок). Если некоторый груз положить на поршень в левом сосуде, то этот поршень опустится на величину Δh . На какую величину по сравнению с первоначальным положением (пока груза на поршнях не было) опустится правый поршень, если груз снять с левого поршня и переложить на правый?



5. Теплоизолированный сосуд заполнен одноатомным идеальным газом. Со временем половина атомов газа соединились в двухатомные молекулы. При образовании одной молекулы выделяется энергия ε . Найти новую температуру в сосуде. Начальная температура T . При рассматриваемых температурах внутренняя энергия одного моля двухатомного газа равна $5RT/2$. Объем газа не менялся.

Ответы и решения

1. Пусть когда в Москве время t , время в Нью-Йорке $t-T$. И пусть самолет летит время Δt . Тогда

$$8 + \Delta t = 13 + T$$

$$3 + \Delta t = 22 - T$$

Вычитая эти равенства друг из друга, получаем $T = 7$ час.

2. Полное время падения до поверхности земли равно $t = \sqrt{2h/g}$, его четвертая часть

$$\Delta t = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Поэтому за первую четверть полного времени движения тело пройдет расстояние

$$h_1 = \frac{g\Delta t^2}{2} = \frac{h}{16}$$

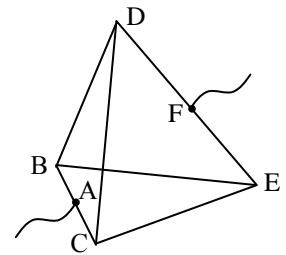
За две четверти полного времени падения тело пройдет расстояние

$$h_2 = \frac{g(2\Delta t)^2}{2} = \frac{4h}{16}$$

и, следовательно, за вторую четверть полного времени падения тело пройдет расстояние

$$\Delta h = h_2 - h_1 = \frac{3h}{16}$$

3. Пусть сопротивление одного ребра равно r . Из симметрии цепи следует, что в каждом разветвлении ток делится пополам. Поэтому, если в точку А втекает ток I , то напряжения на всех проводниках, составляющих ребра пирамиды являются следующими:



$$U_{AB} = U_{AC} = Ir/4,$$

$$U_{CD} = U_{CE} = U_{BE} = U_{BD} = Ir/4, \quad U_{DF} = U_{EF} = Ir/4.$$

Поэтому напряжение между точками А и F равно

$$U_{AF} = U_{AB} + U_{BD} + U_{DF} = \frac{3Ir}{4}$$

Отсюда находим, что сопротивление пирамиды равно $R = 3r/4$ а $r = 4R/3$.

4. Условие равновесия груза на левом поршне имеет вид

$$\frac{mg}{S} = \rho g(\Delta h + \Delta x) \quad (1)$$

где m - масса груза, ρ - плотность жидкости, Δx - величина подъема уровня жидкости в правом колене. Поскольку уменьшение объема жидкости в левом колене равно увеличению объема жидкости в правом, Δh и Δx связаны соотношением

$$\Delta hS = \Delta x4S \quad (2)$$

Из (1)-(2) находим

$$\Delta h = \frac{4m}{5\rho S} \quad (3)$$

Аналогично находим, на сколько опустился правый поршень (по сравнению с начальным уровнем), если на него положить тот же груз (убрав его с левого поршня)

$$\frac{mg}{4S} = \rho g(\Delta h_1 + \Delta x_1)$$

где Δh_1 - величина опускания уровня в правом колене, $\Delta x_1 = 4\Delta h_1$ - величина подъема уровня в левом. Отсюда

$$\Delta h_1 = \frac{m}{20\rho S} \quad (4)$$

Из (3)-(4) получаем для смещения правого поршня

$$\Delta h_1 = \frac{\Delta h}{16}$$

5. Пусть первоначальное число молекул газа N . Тогда образовалось $N/4$ двухатомных молекул, и выделилась энергия $N\varepsilon/4$. Поэтому

$$\frac{3}{2}NkT + \frac{N}{4}\varepsilon = \frac{3}{2}\frac{N}{2}kT_1 + \frac{5}{2}\frac{N}{4}kT_1$$

где T_1 - конечная температура газа. Отсюда после несложных преобразований получаем

$$T_1 = \frac{2(6kT + \varepsilon)}{11k}$$