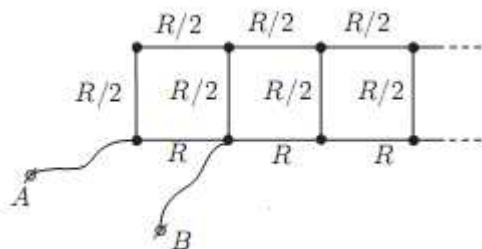


## 10 класс

**1 задача.** Определить сопротивление полубесконечной цепи между точками А и В. Сопротивление звеньев показаны на рисунке 1.



**Решение.** Заменяем заданную схему эквивалентной (рис.1)

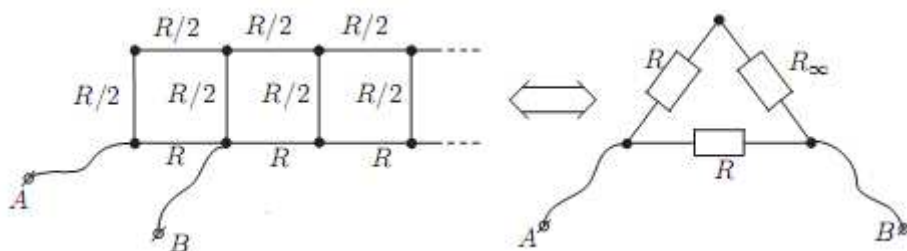


Рис.2

$$R_{AB} = \frac{(R + R_{\infty})R}{2R + R_{\infty}}, \quad (1)$$

где

$$R_{\infty} = \frac{\frac{R}{2} \left( R_{\infty} + \frac{3}{2}R \right)}{\frac{R}{2} + R_{\infty} + \frac{3}{2}R} \rightarrow R_{\infty}^2 + \frac{3}{2}RR_{\infty} - \frac{3}{4}R^2 = 0 \rightarrow R_{\infty} = R \frac{\sqrt{21} - 3}{4}$$

(2)

После подстановки (2) в (1)

$$R_{AB} = \frac{1 + \sqrt{21}}{5 + \sqrt{21}} R \approx 0.58$$

**ОТВЕТ:**  $R_{ab}=0,58$  (20 баллов)

### Критерии оценивания

- |                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| 1. Правильно «упрощена» схема                   | 5 баллов  |
| 2. Правильно записаны формулы для сопротивлений | 5 баллов  |
| 3. Получена конечная формула                    | 5 баллов  |
| 4. Есть правильный числовой ответ               | 5 баллов. |

**Задача 2.** Человек массой 60 кг стоит на краю тележки массой 100 кг и длиной 1,5 м. Определить, на сколько метров сместится тележка, если человек перейдет на другой её край. Трением тележки о пол пренебречь.

**Решение.** В этой задаче центр масс останется неподвижным (так как нет внешних сил). Расстояние человека от центра масс в начале и в конце пути одинаковы, т. к. тележка симметрична. Отсюда получаем, что смещение тележки равно  $x = L / (1 + M/m) = 1,5 / (1 + 1,67) = 0,56$

x=0,56 метров

**ОТВЕТ: 0,56 м (20 баллов)**

**Критерии оценивания**

- |    |                                                          |                 |
|----|----------------------------------------------------------|-----------------|
| 5. | Записано про неподвижность центра масс                   | <b>5 баллов</b> |
| 6. | Учтено, что путь от ЦМ в начале и в конце пути одинаковы | <b>5 баллов</b> |
| 7. | Получена конечная формула                                | <b>5 баллов</b> |
| 8. | Дан правильный ответ                                     | <b>5 баллов</b> |

**Задача 3.** В паровой турбине расходуется 350 г.дизельного топлива на выработку 3,6 МДж механической энергии. Температура поступающего в турбину пара 250°C, температура холодильника 30°C. Вычислить КПД турбины. Удельная теплота сгорания дизельного топлива 46 МДж/кг.

**Решение.**

$$Q = qm$$

$$\eta = A/Q_H$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{A}{qm} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{4,2 \cdot 10^7 \cdot 0,35 \text{ кг}} \approx 0,24 \quad \eta_{\text{ид}} = 1 - \frac{T_X}{T_H} = 1 - \frac{303 \text{ К}}{523 \text{ К}} \approx 0,42$$

**ОТВЕТ:**  $\eta = 22\%$   $\eta_{\text{ид}} = 42\%$

**Критерии оценивания**

- |    |                                          |                 |
|----|------------------------------------------|-----------------|
| 1. | Записана формула количества теплоты      | <b>5 баллов</b> |
| 2. | Записана формула КПД теплового двигателя | <b>5 баллов</b> |
| 3. | Получена конечная формула                | <b>5 баллов</b> |
| 4. | Даны правильные ответы                   | <b>5 баллов</b> |

**Задача 4.** В предварительно откаченный сосуд объемом  $V = 1$  л ввели небольшое количество воды и измерили давления  $P_1 = 1,92 \cdot 10^4$  Па,  $P_2 = 4,2 \cdot 10^4$  Па и  $P_3 = 4,55 \cdot 10^4$  Па при температурах соответственно  $t_1 = 60$  С,  $t_2 = 90$  С и  $t_3 = 120$  С. Определить массу  $m$  введенной в сосуд воды. Каким стало бы давление  $P'$ , если бы массу воды уменьшили на  $n = 20\%$ ? Изменением объема сосуда при нагревании пренебречь.

**Решение.** Из анализа приведенных в условии задачи следует, что

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (1)$$

Это означает, что во втором и в третьем состояниях масса водяного пара в сосуде была одинаковой, т.е. пар был ненасыщенным. Для первого состояния пара подобные соотношения не выполняются. Поэтому при температуре  $t_1$  в сосуде находились ненасыщенный водяной пар и жидкая фаза.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что

$$m = \frac{\mu P_2 V}{RT_2} = \frac{\mu P_3 V}{RT_3}, \quad (2)$$

где  $\mu$  – молярная масса воды. После подстановки числовых данных получим  $m = 0,25$  г.

При уменьшении массы воды при температуре  $t_3$  водяной пар останется ненасыщенным.

Поэтому в соответствии с уравнением Менделеева-Клапейрона

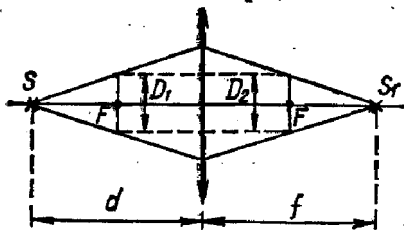
$$P' = \frac{100\% - n}{100\%} P_3 = 3,64 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

### Критерии оценивания

1. В результате анализа приведенных в условии задачи сделан вывод о том, что во втором и в третьем состояниях масса водяного пара в сосуде была одинаковой, т.е. пар был ненасыщенным и найдено соотношение (1) **5 баллов**
2. Сделан вывод о том, что для первого состояния пара подобные соотношения не выполняются. Поэтому при температуре  $t_1$  в сосуде находились ненасыщенный водяной пар и жидкая фаза **5 баллов**
3. Правильно найдена масса введенной в сосуд воды **5 баллов**
4. Правильно определено давление **5 баллов.**

**Задача 5.** Ось конуса расходящихся световых лучей, падающих на тонкую линзу с фокусным расстоянием  $F$ , совпадает с ее главной оптической осью. Диаметр пучка падающих лучей на передней фокальной плоскости линзы равен диаметру пучка преломленных лучей на ее задней фокальной плоскости. Определить расстояние  $l$  между вершинами конусов падающих и преломленных лучей.

**Решение.**



По условию задачи диаметры  $D_1$  и  $D_2$  (с. Рис) падающего и преломленного пучков света соответственно на передней и задней фокальных плоскостях линзы равны между собой. Из этого следует, что линза собирающая, а изображение  $S_1$  источника света  $S$  действительное. Тогда расстояние  $l = d + f$ , где  $d$  – расстояние от источника света до линзы,  $f$  – расстояние от линзы до изображения.

Из симметрии относительно плоскости линзы падающего и преломленного пучков света следует, что  $d = f$  (к этому выводу можно легко прийти из рассмотрения соответствующих подобных треугольников). Тогда, используя формулу тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

Получим, что  $d = 2F$  и  $f = 2F$ . Следовательно

$$l = 4F.$$

### Критерии оценивания

1. Построен ход лучей в линзе **5 баллов**
2. Сделан вывод о том, что линза собирающая а изображение  $S_1$  источника света  $S$  действительное **5 баллов**
3. Из симметрии относительно плоскости линзы падающего и преломленного пучков света получено, что  $d = f$  **5 баллов**
4. Правильно определено расстояние между вершинами конусов падающих и преломленных лучей **5 баллов.**