

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 1. Вариант 1** Тело брошено с обрыва с начальной скоростью  $v = 5$  м/с под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Рассчитайте угол, который будет составлять скорость тела с горизонтом, через  $t = 1$  сек после начала полета. Ответ дайте в виде положительного числа в градусах и округлите до десятых долей.

**Решение:**

Запишем проекции скоростей  $v_x, v_y$  на оси  $x$  и  $y$ , соответственно:

$$v_x = v \cos(\alpha)$$

$$v_y = v \sin(\alpha) - gt$$

Найдем угол  $\beta$ , который будет составлять скорость тела с горизонтом, в виде:

$$tg(\beta) = \left| \frac{v_y}{v_x} \right| = \left| \frac{v \sin(\alpha) - gt}{v \cos(\alpha)} \right| = \sqrt{3}$$

**Ответ:**  $60^\circ$

2. Рассчитайте угловую скорость вращения вектора скорости тела в этот момент времени. Ответ дайте в радианах в секунду и округлите его до сотых долей.

**Решение:**

Запишем нормальное ускорение как:

$$a_n = g \cos(\beta) = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R$$

, где  $V$  - скорость тела в момент времени  $t = 1$  сек.

Выразим отсюда угловую скорость вращения вектора скорости:

$$\omega = \frac{g \cos(\beta)}{V}$$

Скорость тела  $V$  выражается как:

$$V = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v^2 - 2vgt \sin(\alpha) + g^2 t^2}$$

Итоговый ответ:

$$\omega = \frac{g \cos(\beta)}{\sqrt{v^2 - 2vgt \sin(\alpha) + g^2 t^2}}$$

**Ответ:**  $0.58 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

3. Рассчитайте максимальную угловую скорость вращения вектора скорости тела в течение полета. Ответ дайте в радианах в секунду и округлите его до сотых долей.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Решение:**

$$\omega = \frac{g \cos(\beta)}{V} \rightarrow \max$$

при  $\cos(\beta) = 1$  (верхняя точка траектории),  $V$  - минимально.

Формула принимает вид:

$$\omega_{\max} = \frac{g}{v \cos(\alpha)} = 2.31 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

**Ответ:**  $2.31 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

4. Через какое время от начала движения тела будет достигнута эта максимальная угловая скорость? Ответ дайте в секундах и округлите результат до сотых долей.

**Решение:**

$$v_y = 0 \Rightarrow t = \frac{v \sin(\alpha)}{g} = 0.25 \text{ сек}$$

**Ответ:** 0.25 сек

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 1. Вариант 2** Тело брошено с обрыва с начальной скоростью  $v = 5$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Рассчитайте угол, который будет составлять скорость тела с горизонтом, через  $t = 1$  сек после начала полета. Ответ дайте в виде положительного числа в градусах и округлите до десятых долей.

**Решение:**

См. "Задача 1. вариант 1"

$$tg(\beta) = \left| \frac{v \sin(\alpha) - gt}{v \cos(\alpha)} \right| = 4 - \sqrt{3}$$

**Ответ:** 66.2°

2. Рассчитайте угловую скорость вращения вектора скорости тела в этот момент времени. Ответ дайте в радианах в секунду и округлите его до сотых долей.

**Решение:**

См. "Задача 1. вариант 1"

$$\omega = \frac{g \cos(\beta)}{\sqrt{v^2 - 2vgt \sin(\alpha) + g^2 t^2}}$$

**Ответ:** 0.65  $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$

3. Рассчитайте максимальную угловую скорость вращения вектора скорости тела в течение полета. Ответ дайте в радианах в секунду и округлите его до сотых долей.

**Решение:**

См. "Задача 1. вариант 1"

$$\omega_{\max} = \frac{g}{v \cos(\alpha)} = 4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

**Ответ:** 4  $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$

4. Через какое время от начала движения тела будет достигнута эта максимальная угловая скорость? Ответ дайте в секундах и округлите результат до сотых долей.

**Решение:**

См. "Задача 1. вариант 1"

$$t = \frac{v \sin(\alpha)}{g} = 0.43 \text{ сек}$$

**Ответ:** 0.43 сек

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 2. Вариант 1** На длинной пластине массой  $M = 1$  кг и теплоемкостью  $C_M = 2000$  Дж/К лежит тело массой  $m = 0.2$  кг и теплоемкостью  $C_m = 200$  Дж/К. Коэффициент трения между телом и пластиной  $\mu = 0.3$ , между полом и пластиной трение отсутствует, пластина и тело обладают очень хорошей теплопроводностью. Сначала температуры тела и пластины были одинаковыми. Пластине сообщили начальную скорость  $v = 2$  м/с. Через некоторое время пластина и тело стали двигаться как единое целое. Считайте, что теплообмен с окружающей средой и полом отсутствует.

1. Определите на какое расстояние переместится верхнее тело по пластине (ответ дайте в сантиметрах и округлите до целого числа).

**Решение:**

Закон сохранения импульса:

$$Mv = (m + M)u$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{Mv^2}{2} = A_{\text{тр}} + \frac{(m + M)u^2}{2} = \mu mgl + \frac{M^2v^2}{2(m + M)}$$

Отсюда:

$$l = \frac{Mv^2}{2(M + m)\mu g}$$

**Ответ:** 56 см

2. Найдите отношение изменений температур тела и пластины  $\Delta T_m / \Delta T_M$  к моменту окончания скольжения тела по пластине (ответ округлите до целого числа).

**Решение:**

Так как тело и пластина уже движутся как единое целое и не происходит трения, то температуры будут одинаковыми.

**Ответ:** 1

3. Найдите изменение температуры тела (ответ дайте в мК и округлите до сотых долей).

**Решение:**

Работа силы трения идет на нагрев тела и пластины:

$$\mu mgl = (C_M + C_m)\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\mu mgl}{C_M + C_m}$$

**Ответ:** 0.15 мК

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 2. Вариант 2** На длинной пластине массой  $M = 1$  кг и теплоемкостью  $C_M = 2000$  Дж/К лежит тело массой  $m = 0.2$  кг и теплоемкостью  $C_m = 200$  Дж/К. Коэффициент трения между телом и пластиной  $\mu = 0.3$ , между полом и пластиной трение отсутствует, пластина и тело обладают очень хорошей теплопроводностью. Сначала температуры тела и пластины были одинаковыми. Пластине сообщили начальную скорость  $v = 1.7$  м/с. Через некоторое время пластина и тело стали двигаться как единое целое. Считайте, что теплообмен с окружающей средой и полом отсутствует.

1. Определите на какое расстояние переместится верхнее тело по пластине (ответ дайте в сантиметрах и округлите до целого числа).

**Решение:**

См. "Задача 2. вариант 1"

$$l = \frac{Mv^2}{2(M+m)\mu g}$$

**Ответ:** 40 см

2. Найдите отношение изменений температур тела и пластины  $\Delta T_m / \Delta T_M$  к моменту окончания скольжения тела по пластине (ответ округлите до целого числа).

**Решение:**

См. "Задача 2. вариант 1"

**Ответ:** 1

3. Найдите изменение температуры тела (ответ дайте в мК и округлите до сотых долей).

**Решение:**

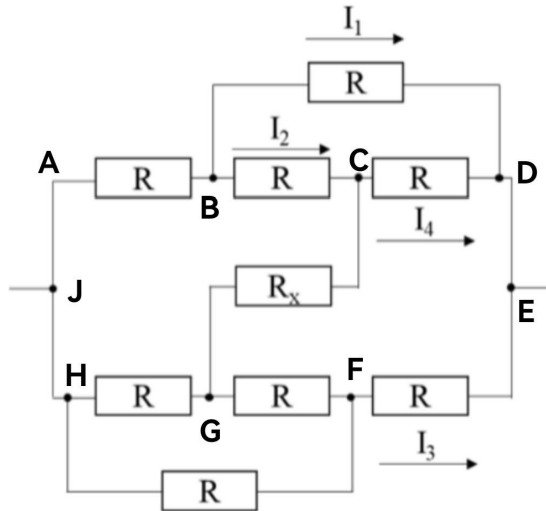
См. "Задача 2. вариант 1"

$$\Delta T = \frac{\mu m g l}{C_M + C_m}$$

**Ответ:** 0.11 мК

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

**Задача 3. Вариант 1** Участок цепи состоит из резисторов. Известно, что  $I_1 = 5$  А и  $I_2 = 1$  А (см. схему цепи). Сопротивление  $R = 1000$  Ом.



**Решение:**

Расставим потенциалы на узлах:

$$\varphi_J = \varphi_H = \varphi_A = \varepsilon, \quad \varphi_D = \varphi_E = 0$$

Запишем систему уравнений для токов:

$$I_1 = \frac{\varphi_B - 0}{R}, \quad I_2 = \frac{\varphi_B - \varphi_C}{R}, \quad I_4 = \frac{\varphi_C - 0}{R} = I_2 + I_x$$

Отсюда  $I_4 = I_1 - I_2$  и  $I_{AJ} = I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon - \varphi_B}{R}$ .

Складывая  $I_1$  и  $I_{AJ}$  получаем:

$$\frac{\varepsilon}{R} = 2I_1 + I_2$$

В узел D втекает ток  $I_1 + I_4 + I_3$ , такой же ток втекает в узел J. То есть:  $I_1 + I_4 + I_3 = I_1 + I_2 + I_{JH}$

Или, подставив:

$$I_4 \Rightarrow I_1 - 2I_2 - I_3 = I_{JH}$$

$$I_{JH} = \frac{\varepsilon - \varphi_G}{R} + \frac{\varepsilon - \varphi_F}{R}$$

$$I_3 = I_{HF} + I_{GF} = \frac{\varepsilon - \varphi_F}{R} + \frac{\varphi_G - \varphi_F}{R} = \frac{\varphi_F - 0}{R}$$

Складывая  $I_3$  и  $I_{JH}$  получаем:

$$I_3 + I_{JH} = 3\frac{\varepsilon}{R} - 3I_3$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

Подставляем  $I_{JH}$  и  $\frac{\varepsilon}{R}$ :

$$I_3 - 2I_2 + I_1 + I_3 = 6I_1 + 3I_2 - 3I_3$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

1. Чему равна сила тока  $I_3$ ?

**Ответ:** 6 А

2. Чему равна сила тока  $I_4$ ?

**Ответ:** 4 А

3. Найдите отношение  $\frac{R_x}{R}$ .

**Решение:**

$$3I_3 = \frac{\varepsilon}{R} + \frac{\varphi_G}{R} \Rightarrow \varphi_G = 3(I_1 + I_2)R - (2I_1 + I_2)R = (I_1 + 2I_2)R$$

$$\varphi_C = I_4 R = (I_1 - I_2)R$$

$$R_x = \frac{\varphi_G - \varphi_C}{I_x} = \frac{(I_1 + 2I_2 - I_1 + I_2)R}{I_4 - I_2} = \frac{3I_2}{I_1 - 2I_2} R$$

**Ответ:** 1

4. Рассчитайте общее сопротивление этого участка цепи. Ответ дайте в омах и округлите до целого числа.

**Решение:**

Общий ток в цепи:

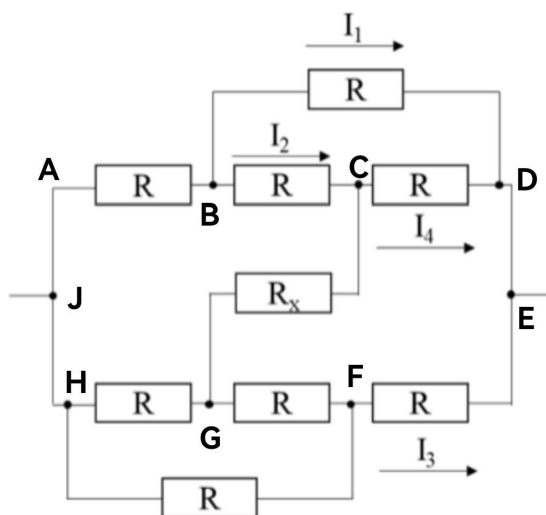
$$I = I_1 + I_4 + I_3 = 3I_1$$

$$R_0 = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{2I_1 + I_2}{3I_1} R = 733 \text{ Ом}$$

**Ответ:** 733 Ом

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

**Задача 3. Вариант 2** Участок цепи состоит из резисторов. Известно, что  $I_1 = 5$  А и  $I_2 = 2$  А (см. схему цепи). Сопротивление  $R = 1000$  Ом.



1. Чему равна сила тока  $I_3$ ?

**Решение:**

См. "Задача 3. вариант 1"

$$I_3 = I_1 + I_2 = 7 \text{ А}$$

**Ответ:** 7 А

2. Чему равна сила тока  $I_4$ ?

**Решение:**

См. "Задача 3. вариант 1"

$$I_4 = I_1 - I_2 = 3 \text{ А}$$

**Ответ:** 3 А

3. Найдите отношение  $\frac{R_x}{R}$ .

**Решение:**

См. "Задача 3. вариант 1"

$$\frac{R_x}{R} = \frac{3I_2}{I_1 - 2I_2} = 6$$

**Ответ:** 6

4. Рассчитайте общее сопротивление этого участка цепи. Ответ дайте в омах и округлите до целого числа.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Решение:**

См. "Задача 3. вариант 1"

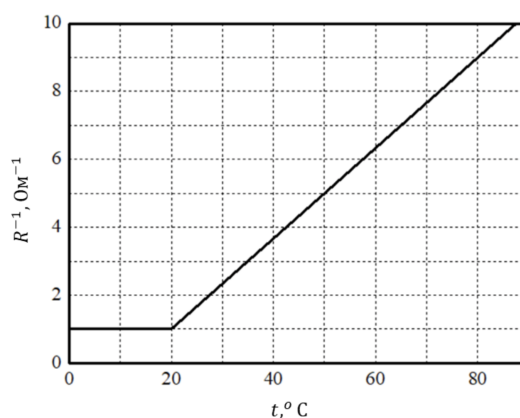
$$R_0 = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{2I_1 + I_2}{3I_1} R = 800 \text{ Ом}$$

**Ответ:** 800 Ом

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 4. Вариант 1** Британские ученые создали специальный нелинейный резистор, проводимость (обратное сопротивление) которого зависит от температуры, как показано на рисунке. Зависимости за пределами полей графика остаются линейными, с законами такими же, как на последнем участке. Резистор начали нагревать от комнатной температуры  $t_k = 20^\circ\text{C}$  в идеальном источнике питания с напряжением  $U_0 = 1$  В. По прошествии достаточно большого времени температура резистора установилась на уровне  $t_y = 35^\circ\text{C}$ . Считайте, что теплотери резистора подчиняются закону Ньютона-Рихмана (мощность потерь пропорциональна разности температур с окружающей средой).



1. Какое минимальное напряжение необходимо подать на резистор, чтобы нагреть его с уровня комнатной температуры до  $80^\circ\text{C}$ ? Ответ дайте в милливольтгах и округлите до целого числа.

**Решение:**

Найдем постоянную закона Ньютона-Рихмана:

$$R^{-1}U^2 = \alpha(t - t_k)$$

При установившейся температуре  $t_y = 35^\circ\text{C}$  и напряжении  $U_0 = 1$  В на графике видим, что  $R_0^{-1} = 3 \text{ Ом}^{-1}$ .

Получим:

$$\alpha = \frac{R_0^{-1}U_0^2}{t - t_k} = 0.2$$

Необходимое напряжение выражается как:

$$U = \sqrt{\frac{\alpha(t - t_k)}{R^{-1}}}$$

При  $t = 80^\circ\text{C}$   $R^{-1}$  принимает значение  $9 \text{ Ом}^{-1}$ . Таким образом:

$$U = 1155 \text{ мОм}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Ответ:** 1155 мОм

**2.** Какое необходимо подать напряжение на резистор, чтобы он неограниченно нагревался? Ответ дайте в милливольтгах и округлите до целого числа.

**Решение:**

С графической точки зрения, равновесная температура определяется как пересечение графика  $R^{-1}(t)$  и линейной функции  $R^{-1}(t) = \frac{\alpha(t-t_{\kappa})}{U^2}$  с параметром  $U$  - напряжение. Чтобы резистор неограниченно нагревался нужно добиться того, что пересечений функций нет. Чтобы при этом напряжение было минимальным необходимо, чтобы график функции был параллелен линейному участку данного в задаче графика.

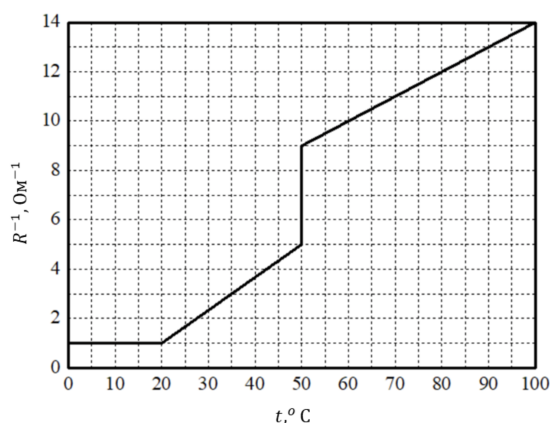
Находим  $tg(\beta) = 2/15$  - коэффициент наклона прямой на графике. Тогда  $U = \sqrt{\frac{\alpha}{tg(\beta)}}$ .

**Ответ:** 1225 мВ

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 4. Вариант 2** Британские ученые создали специальный нелинейный резистор, проводимость (обратное сопротивление) которого зависит от температуры, как показано на рисунке. Зависимости за пределами полей графика остаются линейными, с законами такими же, как на последнем участке. Резистор начали нагревать от комнатной температуры  $t_k = 20^\circ\text{C}$  в идеальном источнике питания с напряжением  $U_0 = 1$  В. По прошествии достаточно большого времени температура резистора установилась на уровне  $t_y = 35^\circ\text{C}$ . Считайте, что теплотери резистора подчиняются закону Ньютона-Рихмана (мощность потерь пропорциональна разности температур с окружающей средой).



1. Какое минимальное напряжение необходимо подать на резистор, чтобы нагреть его с уровня комнатной температуры до  $50^\circ\text{C}$ ? Ответ дайте в милливольтгах и округлите до целого числа.

**Решение:**

Найдем постоянную закона Ньютона-Рихмана:

$$R^{-1}U^2 = \alpha(t - t_k)$$

При установившейся температуре  $t_y = 35^\circ\text{C}$  и напряжении  $U_0 = 1$  В на графике видим, что  $R_0^{-1} = 3 \text{ Ом}^{-1}$ .

Получим:

$$\alpha = \frac{R_0^{-1}U_0^2}{t - t_k} = 0.2$$

Необходимое напряжение выражается как:

$$U = \sqrt{\frac{\alpha(t - t_k)}{R^{-1}}}$$

При  $t = 80^\circ\text{C}$   $R^{-1}$  принимает значение в промежутке от 5 до  $9 \text{ Ом}^{-1}$ . Чтобы достичь температуры в  $50^\circ\text{C}$  напряжение  $U$  должно принять на этом ( $5-9 \text{ Ом}^{-1}$ ) промежутке максимальное значение. Таким образом  $R^{-1} = 9 \text{ Ом}^{-1}$  и напряжение:

$$U = 1095 \text{ мОм}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Ответ:** 1095 мОм

**2.** Какое необходимо подать напряжение на резистор, чтобы он неограниченно нагревался? Ответ дайте в милливольтгах и округлите до целого числа.

**Решение:**

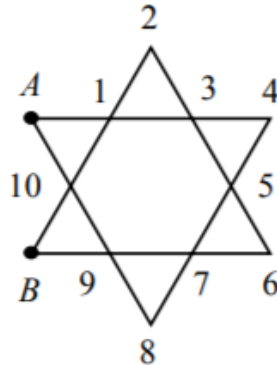
С графической точки зрения, равновесная температура определяется как пересечение графика  $R^{-1}(t)$  и линейной функции  $R^{-1}(t) = \frac{\alpha(t-t_{\kappa})}{U^2}$  с параметром  $U$  - напряжение. Чтобы резистор неограниченно нагревался нужно добиться того, что пересечений функций нет. Чтобы при этом напряжение было минимальным необходимо, чтобы график функции был параллелен наиболее пологому линейному участку данного в задаче графика.

Находим  $\operatorname{tg}(\beta) = 0.1$  - коэффициент наклона прямой на графике. Тогда  $U = \sqrt{\frac{\alpha}{\operatorname{tg}(\beta)}}$ .

**Ответ:** 1414 мВ

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

**Задача 5. Вариант 1** Из восемнадцати проволочных отрезков сопротивлением  $R = 0.35$  Ом каждый собрана шестиконечная звезда. Найдите общее сопротивление звезды при её подключении к источнику постоянного тока к точкам А и В.



**Решение:**

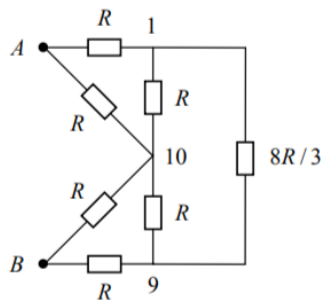
Треугольники 1-2-3, 3-4-5, 5-6-7, 7-8-9 состоят из одинаковых сопротивлений:

$$R_{tr} = \frac{2RR}{R + 2R} = \frac{2}{3}R$$

Общее сопротивление этой части есть их сумма:

$$R_{1-9} = \frac{8}{3}R$$

Получаем по итогу следующую схему:



Заменяем треугольники на звезду с тремя резисторами



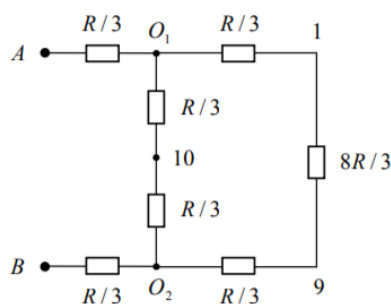
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
**Физика. 10-11 класс**

---

При подсоединении к узлам 1 и 10 сопротивление должно быть таким же, то есть:

$$\frac{2}{3}R = 2R' \Rightarrow R' = \frac{R}{3}$$

Получаем по итогу следующую схему:



Отсюда уже не составляет труда найти общее сопротивление:

$$R_0 = \frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{(\frac{8}{3}R + \frac{R}{3} + \frac{R}{3})(\frac{R}{3} + \frac{R}{3})}{\frac{8}{3}R + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{R}{3}} = \frac{11}{9}R$$

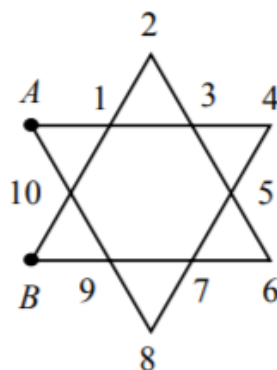
$$R_0 = \frac{11}{9}R = 0.43 \text{ Ом}$$

**Ответ:** 0.43 Ом

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 5. Вариант 2** Из восемнадцати проволочных отрезков сопротивлением  $R = 0.11$  Ом каждый собрана шестиконечная звезда. Найдите общее сопротивление звезды при её подключении к источнику постоянного тока к точкам А и В.



**Решение:**

Аналогично рассуждениям в задаче 5, вариант 1 приходим к тому, что сопротивление трех внешних треугольников:

$$R_{\text{тр}} = \frac{6}{3}R = 2R$$

Отличие только в том, что в узле 10 I-го варианта добавляется  $\frac{2}{3}R$ . Тогда:

$$R_0 = \frac{(2R + \frac{R}{3} + \frac{R}{3})(\frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{2}{3}R)}{2R + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} + \frac{2}{3}R} + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} = \frac{14}{9}R$$

$$R_0 = \frac{14}{9}R = 0.17 \text{ Ом}$$

**Ответ:** 0.17 Ом

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
**Физика. 10-11 класс**

---

**Задача 6. Вариант 1** Над поверхностью неизведанной сферической планеты по круговой орбите движется зонд, который фотографирует ее поверхность. Плотность планеты известна и равна  $\rho = 6000 \text{ кг/м}^3$ . Зонд делает один оборот вокруг планет за время  $T = 11,5$  часов.

1. Найдите отношение радиуса планеты к радиусу орбиты зонда. Результат округлите до сотых долей.

**Решение:**

Запишем второй закон Ньютона для спутника:

$$\frac{GmM}{l^2} = m\omega^2 l, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad M = \rho \frac{4\pi}{3} R^3$$

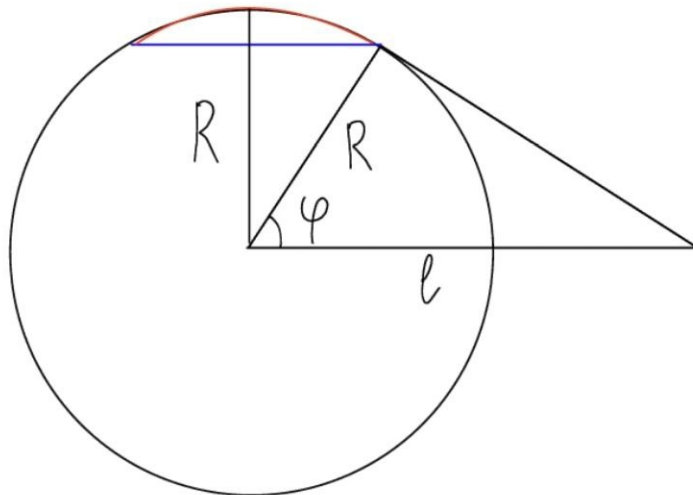
Отсюда:

$$\frac{R}{l} = \left( \frac{3\pi}{T^2 \rho G} \right)^{\frac{1}{3}}$$

**Ответ:** 0.24

2. Найдите, какую часть площади поверхности планеты зонд сфотографировать не может. (Для обработки подходят фотографии, сделанные под любым углом к поверхности). Результат округлите до тысячных долей.

**Решение:**



Проведем касательную к планете из спутника. Тогда не будут видны сегменты, находящиеся на полюсах планеты. Площадь сегмента:

$$S_0 = 2\pi R h = 2\pi R^2 (1 - \sin \varphi) = 2\pi R^2 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{R^2}{l^2}} \right)$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

Тогда не будет видна часть:

$$\alpha = \frac{2S_0}{S} = 1 - \sqrt{1 - \frac{R^2}{l^2}} = 0.029$$

**Ответ:** 0.029

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Теоретический тур отборочного этапа  
Физика. 10-11 класс

---

**Задача 6. Вариант 2** Над поверхностью неизведанной сферической планеты по круговой орбите движется зонд, который фотографирует ее поверхность. Плотность планеты известна и равна  $\rho = 6000 \text{ кг/м}^3$ . Зонд делает один оборот вокруг планет за время  $T = 18$  часов.

1. Найдите отношение радиуса планеты к радиусу орбиты зонда. Результат округлите до сотых долей.

**Решение:**

См. "Задача 6. вариант 1"

$$\frac{R}{l} = \left( \frac{3\pi}{T^2 \rho G} \right)^{\frac{1}{3}}$$

**Ответ:** 0.18

2. Найдите, какую часть площади поверхности планеты зонд сфотографировать не может. (Для обработки подходят фотографии, сделанные под любым углом к поверхности). Результат округлите до тысячных долей.

**Решение:**

См. "Задача 6. вариант 1"

$$\alpha = \frac{2S_0}{S} = 1 - \sqrt{1 - \frac{R^2}{l^2}} = 0.016$$

**Ответ:** 0.016