



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 1**

Движение бруска равнозамедленное. Конечная скорость в момент остановки равна нулю. Зная время до остановки, можно выразить ускорение:

$$a = \frac{V_0}{\tau}$$

С другой стороны, по 2-ому закону Ньютона при движении вверх:

$$ma_x = mgsin\alpha + F_{тр}$$

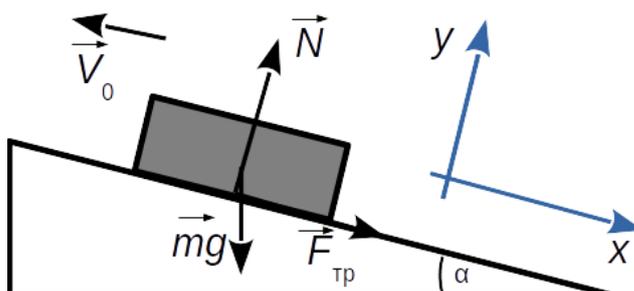
$$N - mg\cos\alpha = 0$$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$a = g(\sin(\alpha) + \mu\cos(\alpha)).$$

Окончательно:

$$\mu = \frac{V_0}{g\tau\cos(\alpha)} - \tan(\alpha) = 0.3.$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 2**

В этом случае имеем дело с изотермическим процессом. Уравнение состояния идеального газа для 2-х случаев:

$$P_0 V_{нач} = \nu RT$$

и

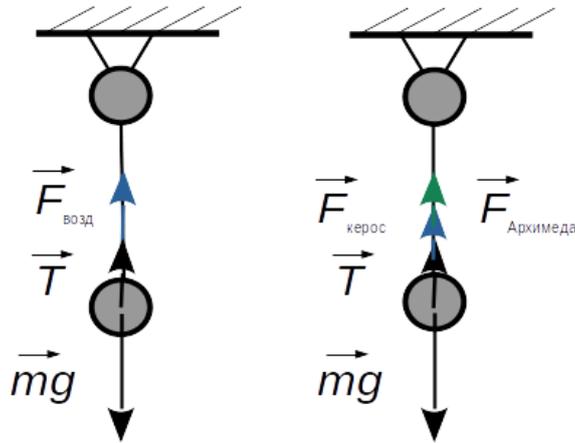
$$\left(P_0 + \frac{mg}{S}\right) V_{кон} = \nu RT.$$

Откуда:

$$\Delta V = V_{кон} - V_{нач} = \nu RT \left( \frac{1}{P_0 + \frac{mg}{S}} - \frac{1}{P_0} \right) \approx 9618 \text{ см}^3 = 0,009618 \text{ м}^3.$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 3**



Приравняем сумму всех сил, действующих на нижний шарик, нулю.

До погружения в керосин:

$$mg = T + F_{\text{возд}}$$

и после погружения:

$$mg = T + F_{\text{керос}} + F_{\text{Архимеда}}$$

Откуда:

$$F_{\text{возд}} = F_{\text{керос}} + F_{\text{Архимеда}}$$

Учитывая, что

$$\frac{F_{\text{возд}}}{F_{\text{керос}}} = \varepsilon,$$

получим:

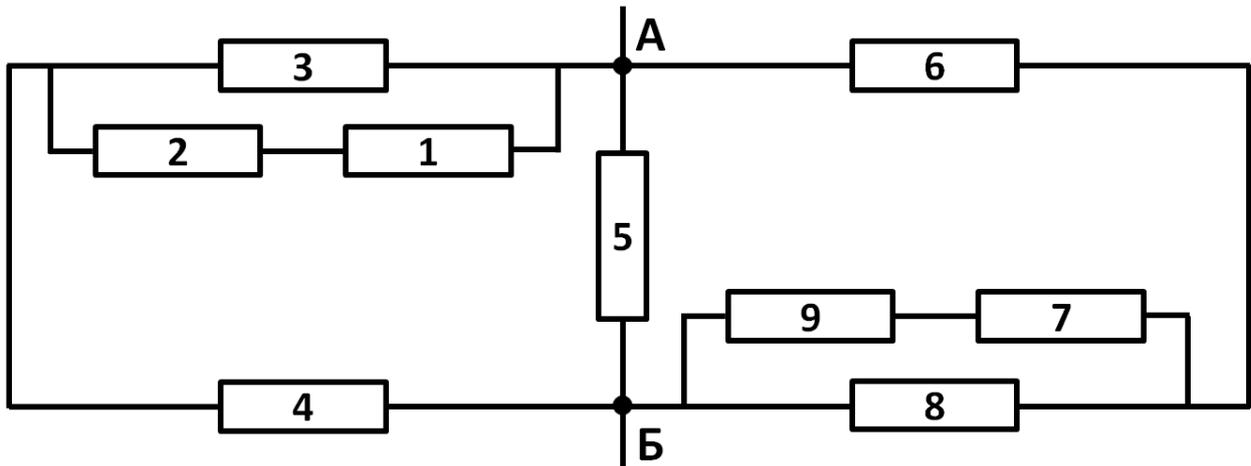
$$\frac{F_{\text{Архимеда}}}{F_{\text{керос}}} = \varepsilon - 1 = 1,1.$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 4**

В исходной схеме резисторы 1 и 2 соединены последовательно, поэтому их суммарное сопротивление равно

$$R + R = 2R.$$



*Рис. 1. Эквивалентная схема до перехода резистора 3 в сверхпроводящее состояние.*

С резистором 3 они соединены параллельно, поэтому их суммарное сопротивление равно

$$\frac{1}{\frac{1}{2R} + \frac{1}{R}} = \frac{2R}{3}.$$

Резистор 4 соединён последовательно с этими резисторами, поэтому их суммарное сопротивление равно

$$\frac{2R}{3} + R = \frac{5R}{3}.$$

Для резисторов 6 – 9 аналогично можно получить  $\frac{5R}{3}$ . Участки 1 – 3, 6 – 9 и резистор 5 соединены параллельно, поэтому их суммарное сопротивление равно

$$\frac{1}{\frac{3}{5R} + \frac{1}{R} + \frac{3}{5R}} = \frac{5R}{11}.$$

По условию это значение равно 650 Ом. Следовательно, сопротивление R равно 1430 Ом.

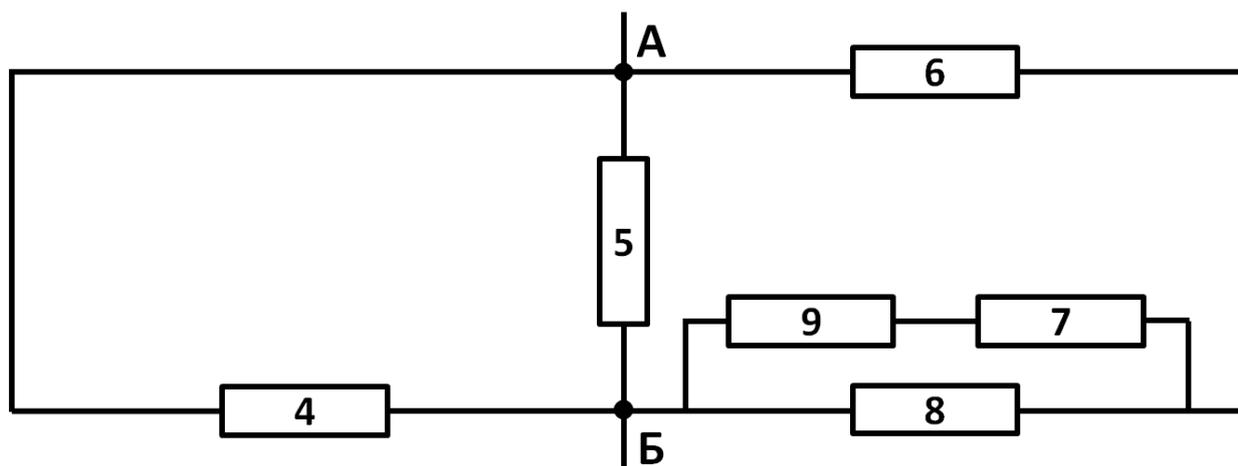


Рис. 2. Эквивалентная схема после перехода резистора 3 в сверхпроводящее состояние.

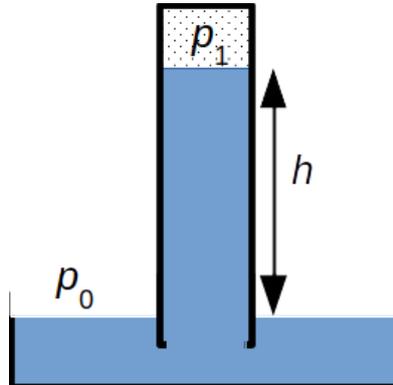
После того как резистор 3 перейдёт в сверхпроводящее состояние, сопротивление участка 1 – 4 складывается только из сопротивления резистора 4, так как на участке 1 – 3 ток потечёт через резистор 3, обладающий нулевым сопротивлением. Значит, сопротивление участка 1 – 4 равно  $R$ . Сопротивление участка 6 – 9 не изменилось и равно  $\frac{5R}{3}$ . Сопротивление резистора 5 остаётся равным  $R$ .

Полное сопротивление равно

$$\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{3}{5R}} = \frac{5R}{13} = 550 \text{ Ом.}$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 5**



С учетом давления водяного пара над поверхностью столба воды:

$$p_0 = p_1 + \rho gh.$$

Для высоты столба:

$$h = \frac{p_0 - p_1}{\rho g} = 5 \text{ м.}$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 6**

Запишем уравнение фотоэффекта для 2-х случаев:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}.$$

Откуда можно найти кинетическую энергию, например, для 2-ого случая:

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{A_2 - A_1}{3}.$$

Откуда

$$\lambda = \frac{hc}{\left(A_2 + \frac{A_2 - A_1}{3}\right)} = 174 \text{ нм.}$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 7**

Имеет место полное внутреннее отражение ( $R = 1$ ) при угле падения  $\alpha = 70^\circ$ .

Закон преломления

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1},$$

где  $\beta = 90^\circ$ , откуда

$$n_2 = n_1 \sin \alpha \approx 1,409.$$



**Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап)**  
**Решение задачи 8**

Энергия релятивистской частицы равна

$$E = \sqrt{2E_k E_0 + E_k^2} = \sqrt{2 \cdot m_0 c^2 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right) \cdot m_0 c^2 + \left( m_0 c^2 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right) \right)^2}.$$

С другой стороны, энергия равна

$$E = \frac{hc}{\lambda}.$$

Отсюда

$$\frac{hc}{\lambda} = \sqrt{2 \cdot m_0 c^2 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right) \cdot m_0 c^2 + \left( m_0 c^2 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right) \right)^2}.$$

Значит,  $v = 0,5 \cdot c$ .





## Физика для школьников 10 – 11 классов (отборочный этап) Решение задачи 10

Поместим начало отсчета координаты  $X$  вдоль экрана в точку, находящуюся на экране на равном удалении от источников ( $O$ ). Разность хода лучей, приходящих от источников в произвольную точку  $x$  на экране:

$$\Delta = l_1 - l_2$$

$$l_1^2 = l^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$$

$$l_2^2 = l^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2$$

Откуда:

$$l_1^2 - l_2^2 = 2xd$$

С другой стороны:

$$l_1^2 - l_2^2 = (l_1 - l_2)(l_1 + l_2) \approx 2l(l_1 - l_2),$$

(при условии малости  $d$  по сравнению с  $l$ ).

Следовательно:

$$\Delta = (l_1 - l_2) = \frac{2xd}{2l} = \frac{xd}{l}$$

Для разности фаз  $\Delta\phi$  имеем:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta \pm \Delta\phi_0$$

Условие максимума интерференции:

$$\Delta\phi = 2\pi m, m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Для первого максимума  $m = 0$ , следовательно:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{xd}{l} \pm \frac{\pi}{2} = 0,$$

откуда:

$$x = \pm \frac{\lambda l}{4d} \approx \pm 0.4 \text{ мм.}$$