

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 1. Вариант 1 Добираясь на дачу, Иван Иванович часть пути ехал по асфальтовой дороге со скоростью на $\Delta v = 10$ км/ч большей, чем средняя скорость на всём пути, а затем по грунтовой дороге со скоростью на Δv меньшей, чем средняя скорость на всём пути.

1. Найдите среднюю скорость Ивана Ивановича на всём пути, если расстояние, пройденное по грунтовой дороге в 1,4 раза меньше расстояния, пройденного по асфальтированной дороге. Ответ выразите в км/ч и округлите до целого числа.

Решение:

Введём обозначения:

- $v_{\text{ср}}$ — средняя скорость на всём пути
- $S_{\text{а}}$ — путь по асфальту
- $S_{\text{гр}}$ — путь по грунтовой дороге
- $v_{\text{а}}$ — скорость по асфальту
- $v_{\text{гр}}$ — скорость по грунту

Из условия:

$$S_{\text{гр}} = \frac{S_{\text{а}}}{1,4}, \quad v_{\text{а}} = v_{\text{ср}} + \Delta v, \quad v_{\text{гр}} = v_{\text{ср}} - \Delta v$$

Общий путь:

$$S = S_{\text{а}} + S_{\text{гр}}$$

Время движения по асфальту:

$$t_{\text{а}} = \frac{S_{\text{а}}}{v_{\text{а}}} = \frac{S_{\text{а}}}{v_{\text{ср}} + \Delta v}$$

Время движения по грунту:

$$t_{\text{гр}} = \frac{S_{\text{гр}}}{v_{\text{гр}}} = \frac{S_{\text{гр}}}{v_{\text{ср}} - \Delta v}$$

Общее время:

$$t = \frac{S}{v_{\text{ср}}} = \frac{S_{\text{а}} + S_{\text{гр}}}{v_{\text{ср}}}$$

Уравнение для средней скорости:

$$\frac{S_{\text{а}} \left(1 + \frac{1}{1,4}\right)}{v_{\text{ср}}} = \frac{S_{\text{а}}}{v_{\text{ср}} + \Delta v} + \frac{S_{\text{а}}/1,4}{v_{\text{ср}} - \Delta v}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Сокращаем S_a и решаем уравнение относительно $v_{\text{ср}}$:

$$\frac{12}{7v_{\text{ср}}} = \frac{1}{v_{\text{ср}} + \Delta v} + \frac{5}{7(v_{\text{ср}} - \Delta v)}$$

Ответ: 60 км/ч

2. На пути обратно Иван Иванович заехал в магазин и провел в нем половину полного времени обратной поездки. Чему равна средняя скорость на пути домой, если Иван Иванович ехал по той же дороге с прежними скоростями? Ответ выразите в км/ч и округлите до целых.

Решение:

По условию задачи пройденное расстояние и скорости не изменились. При этом полное время увеличилось в два раза, т.к. время поездки равно времени, проведенному в магазине.

Средняя скорость на обратном пути:

$$v'_{\text{ср}} = \frac{S}{2t} = \frac{v_{\text{ср}}}{2}$$

Ответ: 30 км/ч

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 1. Вариант 2 Добираясь на дачу, Иван Иванович часть пути ехал по асфальтовой дороге со скоростью на $\Delta v = 11$ км/ч большей, чем средняя скорость на всём пути, а затем по грунтовой дороге со скоростью на Δv меньшей, чем средняя скорость на всём пути.

1. Найдите среднюю скорость Ивана Ивановича на всём пути, если расстояние, пройденное по грунтовой дороге в 1,4 раза меньше расстояния, пройденного по асфальтированной дороге. Ответ выразите в км/ч и округлите до целого числа.

Решение:

Среднюю скорость можно найти, используя формулу, полученную в задаче 1 (вариант 1):

$$\frac{12}{7v_{\text{ср}}} = \frac{1}{v_{\text{ср}} + \Delta v} + \frac{5}{7(v_{\text{ср}} - \Delta v)}$$

, - подставив в нее $\Delta v = 11$ км/ч

Ответ: 66 км/ч

2. На пути обратно Иван Иванович заехал в магазин и провел в нем половину полного времени обратной поездки. Чему равна средняя скорость на пути домой, если Иван Иванович ехал по той же дороге с прежними скоростями? Ответ выразите в км/ч и округлите до целых.

Решение:

По условию задачи пройденное расстояние и скорости не изменились. При этом полное время увеличилось в два раза, т.к. время поездки равно времени, проведенному в магазине.

Средняя скорость на обратном пути:

$$v'_{\text{ср}} = \frac{S}{2t} = \frac{v_{\text{ср}}}{2}$$

Ответ: 33 км/ч

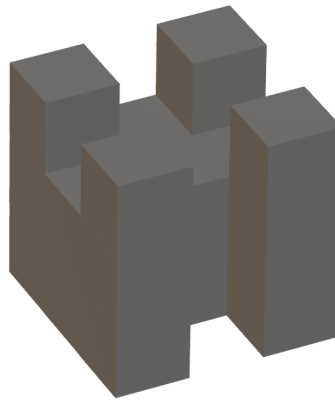
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 2. Вариант 1 Мальчик Петя построил интересную башенку из деревянных кубиков со стороной $a = 10$ см. Оказалось, что спереди, слева и сверху фигура выглядит одинаково.

1. Сколько кубиков понадобилось для строительства башни, если Петя использовал максимально возможное их количество?

Решение:

Возьмём куб $3 \times 3 \times 3$ кубика (всего 27). Вид спереди и слева позволяют нам удалить 5 элементов, расположенных в виде креста на верхней грани куба. Исходя из вида сверху, необходимо удалить еще два кубика.



Максимальное количество кубиков в такой башне: $3^3 - 5 - 2 = 20$ кубиков.

Ответ: 20

2. Какое среднее давление на пол оказывает башня, если плотность дерева, из которого сделаны кубики $\rho = 600$ кг/м³? Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг. Ответ приведите в Па, округлив до целых.

Решение:

Объём одного кубика:

$$V_0 = a^3 = (0.1)^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

Масса одного кубика:

$$m_0 = \rho V_0 = 600 \times 1 \times 10^{-3} = 0.6 \text{ кг}$$

Общая масса башни:

$$m = 20 \times 0.6 = 12 \text{ кг}$$

Площадь основания башни с учетом удаленной вертикали:

$$S = 8a^2 = 0.08 \text{ м}^2$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Среднее давление:

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{12 \times 10}{0.08} = \frac{12000}{8} = 1500 \text{ Па}$$

Ответ: 1500 Па

3. Петя решил покрасить башню в два слоя. Чтобы сэкономить краску, он красит только видимые грани кубиков. Основание башни не окрашивается. Сколько краски ему понадобится, если для окрашивания 1 м^2 поверхности в один слой требуется 140 грамм краски? Ответ приведите в граммах, округлив до десятых.

Решение:

Площадь одной грани кубика:

$$S_0 = a^2 = 0.01 \text{ м}^2$$

Подсчитаем количество окрашиваемых граней кубиков:

- На поверхности куба: $8 + 8 + 8 + 4 + 6 = 34$ граней
- В образовавшихся полостях: 18 граней

Всего граней: 52

Общая площадь окрашивания:

$$S = 52 \times 0.01 = 0.52 \text{ м}^2$$

Количество краски для двух слоёв:

$$m = 0.52 \times 140 \times 2 = 145.6 \text{ г}$$

Ответ: 145.6 г

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 2. Вариант 2 Мальчик Петя построил интересную башенку из деревянных кубиков со стороной $a = 15$ см. Оказалось, что спереди, слева и сверху фигура выглядит одинаково.

1. Сколько кубиков понадобилось для строительства башни, если Петя использовал максимально возможное их количество?

Решение:

См. задача 2(вариант 1).

Ответ: 20

2. Какое среднее давление на пол оказывает башня, если плотность дерева, из которого сделаны кубики $\rho = 600$ кг/м³? Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг. Ответ приведите в Па, округлив до целых.

Решение:

Объём одного кубика:

$$V_0 = a^3 = (0.15)^3 = 3.375 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

Масса одного кубика:

$$m_0 = \rho V_0 = 600 \times 3.375 \times 10^{-3} = 2.025 \text{ кг}$$

Общая масса башни:

$$m = 20 \times 2.025 = 40.5 \text{ кг}$$

Площадь основания башни с учетом удаленной вертикали:

$$S = 8a^2 = 0.18 \text{ м}^2$$

Среднее давление:

$$p = \frac{mg}{S} = \frac{40.5 \times 10}{0.18} = 2250 \text{ Па}$$

Ответ: 2250 Па

3. Петя решил покрасить башню в два слоя. Чтобы сэкономить краску, он красит только видимые грани кубиков. Основание башни не окрашивается. Сколько краски ему понадобится, если для окрашивания 1 м² поверхности в один слой требуется 140 грамм краски? Ответ приведите в граммах, округлив до десятых.

Решение:

Площадь одной грани кубика:

$$S_0 = a^2 = 0.0225 \text{ м}^2$$

Подсчитаем количество окрашиваемых граней кубиков:

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

- На поверхности куба: $8 + 8 + 8 + 4 + 6 = 34$ граней
- В образовавшихся полостях: 18 граней

Всего граней: 52

Общая площадь окрашивания:

$$S = 52 \times 0.0225 = 1.17 \text{ м}^2$$

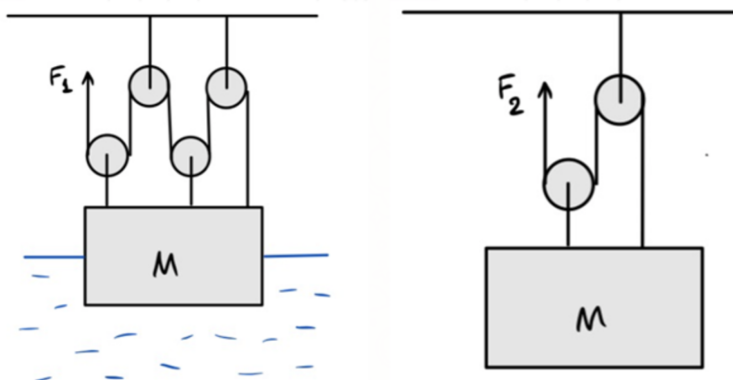
Количество краски для двух слоёв:

$$m = 1.17 \times 140 \times 2 = 327.6 \text{ г}$$

Ответ: 327.6 г

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 3. Вариант 1 Архимед собрал две системы из блоков, изображенные на рисунке, при помощи которых он хочет удерживать металлический груз. При использовании первой системы груз необходимо дополнительно погрузить в воду на две трети его объема, при использовании второй системы груз в воду не погружается.



1. Во сколько раз сила, с которой удерживают груз во второй системе меньше силы тяжести груза? Ответ округлите до десятых долей.

Решение:

В обеих системах натяжения в нитях постоянны и равны F_1 и F_2 для первой и второй системы соответственно.

Запишем 2-ой закон Ньютона для второй системы:

$$3F_2 - F_{\text{тяж}} = 0$$

Иначе говоря: $\frac{F_{\text{тяж}}}{F_2} = 3$.

Ответ: 3

2. Найдите отношение сил F_1/F_2 , необходимых для удержания груза в первом и втором случаях. Плотность воды принять равной $\rho_{\text{в}} = 1\text{г/см}^3$, плотность железа - $\rho_{\text{мет}} = 8\text{г/см}^3$, блоки и нити считать невесомыми. Ответ округлите до сотых долей.

Решение:

$$F_2 = \frac{gV\rho_{\text{мет}}}{3}$$

, где V - полный объем тела, g - ускорение свободного падения.

Сила Архимеда действующая на груз в первой системе:

$$F_{\text{арх}} = \frac{2Vg\rho_{\text{в}}}{3}$$

Запишем 2-ой закон Ньютона для первой системы:

$$5F_1 + F_{\text{арх}} - Mg = 0$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Иначе:

$$F_1 = \frac{(3\rho_{\text{мет}} - 2\rho_{\text{в}})gV}{15}$$

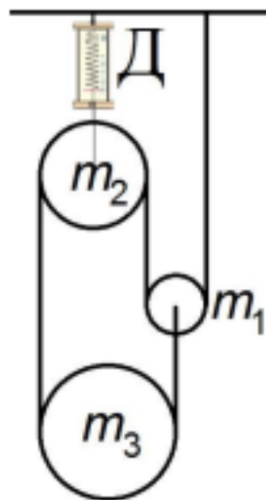
Поделив F_1 на F_2 получим:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{3\rho_{\text{мет}} - 2\rho_{\text{в}}}{5\rho_{\text{мет}}} = 0.55$$

Ответ: 0.55

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 3. Вариант 2 В приведенной на рисунке системе трения нет, все нити невесомые, а массы блоков $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. Ось верхнего блока подвешена к пружине динамометра. Не лежащие на блоках участки нити и пружина динамометра расположены вертикально. Ускорение свободного падения следует принять равным $g = 10$ м/с.



1. При какой массе нижнего блока m_3 система будет находиться в равновесии? Дайте ответ в кг и округлите до десятых долей.

Решение:

Запишем 2-ой закон Ньютона в проекции на вертикальную ось для всех трёх блоков:

$$\begin{cases} 2F = m_3g \\ 2F = m_1g + F \\ F_{\text{дин}} = 2F + m_2g \end{cases}$$

Из первых двух уравнений получим:

$$m_3 = 2m_1 = 2 \text{ кг}$$

Ответ: 2 кг

2. Чему в этом случае равны показания динамометра $F_{\text{дин}}$? Дайте ответ в ньютонах и округлите до десятых долей.

Решение:

Решая систему дальше, получим выражение для показаний динамометра:

$$F_{\text{дин}} = g(2m_1 + m_2) = 40 \text{ Н}$$

Ответ: 40 Н

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 4. Вариант 1 В аквариум, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, параллельно одной из его стенок вставили квадратный тонкий поршень со стороной $h = 10$ см. Поршень может двигаться по горизонтали, оставаясь параллельным стенкам аквариума. Вода между стенками аквариума и поршнем не просачивается. Пружину жесткостью $k = 10$ Н/м одним концом прикрепили к стенке аквариума, а другим – к поршню. Длина недеформированной пружины равна расстоянию между стенками аквариума. В аквариум налили воду так, что она не доходит $a = 1$ см до края поршня. Плотность воды - $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения - $g = 10$ Н/кг.

1. На каком расстоянии от правой стенки аквариума находится поршень?

Решение:

Высота поршня и аквариума

$$h = 10 \text{ см} = 0,10 \text{ м},$$

высота воды

$$H = h - a = 10 \text{ см} - 1 \text{ см} = 9 \text{ см} = 0,09 \text{ м}.$$

Давление воды на глубине x :

$$p(x) = \rho g x.$$

Так как давление линейно возрастает от нуля на поверхности до

$$p_{\text{дн}} = \rho g H$$

на дне, среднее давление по высоте равно половине максимального:

$$p_{\text{ср}} = \frac{0 + \rho g H}{2} = \frac{1}{2} \rho g H.$$

Площадь смоченной части поршня:

$$S = hH.$$

Сила, с которой вода действует на поршень:

$$F_{\text{в}} = p_{\text{ср}} S = \frac{1}{2} \rho g H \cdot hH = \frac{1}{2} \rho g h H^2.$$

Обозначим через Δl сжатие пружины (расстояние от поршня до правой стенки). Тогда сила пружины

$$F_{\text{пр}} = k \Delta l.$$

Из условия равновесия поршня:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{в}} \Rightarrow k \Delta l = \frac{1}{2} \rho g h H^2.$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Отсюда

$$\Delta l = \frac{\rho g h H^2}{2k}.$$

Подставим численные значения:

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3, \quad g = 10 \text{ Н/кг}, \quad h = 0,10 \text{ м}, \quad H = 0,09 \text{ м}, \quad k = 10 \text{ Н/м},$$

$$\Delta l = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,10 \cdot (0,09)^2}{2 \cdot 10} = 0,405 \text{ м} = 40,5 \text{ см}.$$

Ответ: 40.5 см

2. Далее в аквариум аккуратно погрузили льдинку. Плотность льда 900 кг/м. Какая часть льдинки плавает над водой?

Решение:

Условие плавания льдинки (закон Архимеда):

$$\rho_{\text{л}} g V_{\text{л}} = \rho_{\text{в}} g V_{\text{погр}},$$

где $V_{\text{л}}$ – полный объём льдинки, $V_{\text{погр}}$ – объём погружённой части.

Отсюда доля погружённого объёма:

$$\frac{V_{\text{погр}}}{V_{\text{л}}} = \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{900}{1000} = 0.9.$$

Следовательно, над водой находится:

$$\frac{V_{\text{над}}}{V_{\text{л}}} = 1 - 0.9 = 0.1 = 10\%.$$

Ответ: 10%

3. Оказалось, что после опускания льдинки вода доходит до края поршня. Определите отношение объёма льдинки к первоначальному объёму воды.

Решение:

Первоначальный объём воды:

$$V_0 = \Delta l h (h - a) = \frac{\rho g h^2 (h - a)^3}{2k}$$

После опускания льдинки вода доходит до края поршня, поэтому высота воды равна h . В новом равновесии сила давления воды на поршень:

$$F_{\text{воды}} = \frac{1}{2} \rho g h^3,$$

Условие равновесия:

$$kd = \frac{1}{2} \rho g h^3,$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

где d — новое расстояние от правой стенки до поршня. Следовательно,

$$d = \frac{\rho g h^3}{2k}.$$

Объём пространства справа от поршня теперь равен:

$$V = dh^2 = \frac{\rho g h^5}{2k}$$

Этот объём складывается из объёма воды V_0 и объёма погружённой части льда $V_{\text{погр}}$:

$$V = V_0 + V_{\text{погр}}.$$

$$0.9V_{\text{л}} = V - V_0 = \frac{\rho g h^5}{2k} - \frac{\rho g h^2 H^3}{2k}$$

$$V_{\text{л}} = \frac{5\rho g h^2(h^3 - H^3)}{9k}$$

Отношение объёмов:

$$\frac{V_{\text{л}}}{V_0} = \frac{10(h^3 - H^3)}{9H^3} = 41\%$$

Ответ: 41%

4. Льдинка растаяла. На какое расстояние сместится поршень в процессе таяния льдинки? Ответ приведите в см, округлив до десятых.

Решение:

По закону Архимеда вес плавающего тела численно равен весу вытесненной воды. Следовательно, вес всего льда равен весу воды объёмом в $V_{\text{погр}}$. В итоге, уровень воды не изменится.

Ответ: 0 см

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 4. Вариант 2 В аквариум, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, параллельно одной из его стенок вставили квадратный тонкий поршень со стороной $h = 10$ см. Поршень может двигаться по горизонтали, оставаясь параллельным стенкам аквариума. Вода между стенками аквариума и поршнем не просачивается. Пружину жесткостью $k = 10$ Н/м одним концом прикрепили к стенке аквариума, а другим – к поршню. Длина недеформированной пружины равна расстоянию между стенками аквариума. В аквариум налили воду так, что она не доходит $a = 2$ см до края поршня. Плотность воды - $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения - $g = 10$ Н/кг.

1. На каком расстоянии от правой стенки аквариума находится поршень?

Решение:

$$\Delta l = \frac{\rho g h (h - a)^2}{2k} = 32 \text{ см}$$

Ответ: 32 см

2. Далее в аквариум аккуратно погрузили льдинку. Плотность льда 900 кг/м. Какая часть льдинки плавает над водой?

Решение:

См. решение задачи 4 вариант 1

Ответ: 10%

3. Оказалось, что после опускания льдинки вода доходит до края поршня. Определите отношение объема льдинки к первоначальному объему воды.

Решение:

Отношение объёмов:

$$\frac{V_{\text{л}}}{V_0} = \frac{10(h^3 - (h - a)^3)}{9(h - a)^3} = 106\%$$

Ответ: 106%

4. Льдинка растаяла. На какое расстояние сместится поршень в процессе таяния льдинки? Ответ приведите в см, округлив до десятых.

Решение:

По закону Архимеда вес плавающего тела численно равен весу вытесненной воды. Следовательно, вес всего льда равен весу воды объёмом в $V_{\text{погр}}$. В итоге, уровень воды не изменится.

Ответ: 0 см

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 5. Вариант 1 В сосуд налили 1 кг воды при температуре 90 °С. Чему равна масса воды, взятой при 30 °С, которую нужно налить в сосуд, чтобы в нём установилась температура воды, равная 50 °С? Потерями энергии на нагревание сосуда и окружающего воздуха пренебречь. Ответ дайте в килограммах.

Решение:

Запишем уравнение теплового баланса. Количество теплоты, отданное горячей водой, равно количеству теплоты, полученному холодной водой:

$$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}},$$
$$cm_1(t_1 - t) = cm_2(t - t_2),$$

где:

- $m_1 = 1$ кг — масса горячей воды
- $t_1 = 90^\circ\text{C}$ — начальная температура горячей воды
- m_2 — искомая масса холодной воды
- $t_2 = 30^\circ\text{C}$ — начальная температура холодной воды
- $t = 50^\circ\text{C}$ — конечная температура смеси
- c — удельная теплоёмкость воды

Удельная теплоёмкость c сокращается:

$$m_1(t_1 - t) = m_2(t - t_2),$$
$$1 \cdot (90 - 50) = m_2 \cdot (50 - 30),$$
$$40 = 20 \cdot m_2,$$
$$m_2 = \frac{40}{20} = 2 \text{ кг.}$$

Ответ: 2 кг

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 5. Вариант 2 Три литра воды, взятой при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, смешали с водой при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура смеси оказалась равной $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чему равна масса горячей воды? Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Ответ дайте в килограммах.

Решение:

Запишем уравнение теплового баланса. Количество теплоты, полученное холодной водой, равно количеству теплоты, отданной горячей водой:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отд}},$$

$$cm_1(t - t_1) = cm_2(t_2 - t),$$

где:

- $m_1 = 3\text{ кг}$ — масса холодной воды (плотность воды 1000 кг/м^3 , $1\text{ л} = 0.001\text{ м}^3$)
- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ — начальная температура холодной воды
- m_2 — искомая масса горячей воды
- $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ — начальная температура горячей воды
- $t = 40^{\circ}\text{C}$ — конечная температура смеси
- c — удельная теплоёмкость воды

Удельная теплоёмкость c сокращается:

$$m_1(t - t_1) = m_2(t_2 - t),$$

$$3 \cdot (40 - 20) = m_2 \cdot (100 - 40),$$

$$3 \cdot 20 = m_2 \cdot 60,$$

$$60 = 60 \cdot m_2,$$

$$m_2 = \frac{60}{60} = 1\text{ кг}.$$

Ответ: 1 кг

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 6. Вариант 1 Две спирали электроплитки сопротивлением по 10 Ом каждая соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 200 В. Через сколько секунд на этой плитке закипит вода массой 1 кг, если ее начальная температура составляла 20 °С? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Решение:

1. Найдём общее сопротивление электроплитки. При последовательном соединении:

$$R = R_1 + R_2 = 10 + 10 = 20 \text{ Ом.}$$

2. Определим мощность электроплитки:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{200^2}{20} = \frac{40000}{20} = 2000 \text{ Вт.}$$

3. Рассчитаем количество теплоты, необходимое для нагрева воды от 20 °С до 100 °С:

$$Q = cm(t_2 - t_1),$$

где:

- $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°С)}$ — удельная теплоёмкость воды
- $m = 1 \text{ кг}$ — масса воды
- $t_1 = 20\text{°С}$ — начальная температура
- $t_2 = 100\text{°С}$ — конечная температура

$$Q = 4200 \cdot 1 \cdot (100 - 20) = 4200 \cdot 80 = 336000 \text{ Дж.}$$

4. Найдём время нагрева:

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{336000}{2000} = 168 \text{ с.}$$

Ответ: 168 с

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Теоретический тур отборочного этапа
Физика. 8-9 класс

Задача 6. Вариант 2 Электрический нагреватель за 20 мин доводит до кипения 2,2 кг воды, начальная температура которой 10 °С. Сила тока в нагревателе 7 А, КПД нагревателя равен 45%. Чему равно напряжение в электрической сети?

Решение:

1. Найдём количество теплоты, необходимое для нагрева воды от 10 °С до 100 °С:

$$Q_{\text{полезн}} = cm(t_2 - t_1),$$

где:

- $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ — удельная теплоёмкость воды
- $m = 2,2 \text{ кг}$ — масса воды
- $t_1 = 10^\circ\text{C}$ — начальная температура
- $t_2 = 100^\circ\text{C}$ — конечная температура

$$Q_{\text{полезн}} = 4200 \cdot 2,2 \cdot (100 - 10) = 4200 \cdot 2,2 \cdot 90 = 831600 \text{ Дж.}$$

2. С учётом КПД $\eta = 45\% = 0,45$ найдём затраченную энергию:

$$Q_{\text{затр}} = \frac{Q_{\text{полезн}}}{\eta} = \frac{831600}{0,45} = 1848000 \text{ Дж.}$$

3. Время работы нагревателя:

$$\tau = 20 \text{ мин} = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ с.}$$

4. Мощность нагревателя:

$$P = \frac{Q_{\text{затр}}}{\tau} = \frac{1848000}{1200} = 1540 \text{ Вт.}$$

5. Напряжение в сети найдём из формулы мощности:

$$P = UI \quad \Rightarrow \quad U = \frac{P}{I} = \frac{1540}{7} = 220 \text{ В.}$$

Ответ: 220 В