

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Физика. 8 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2023/24

1 ноя 2023 г., 10:00 — 20 ноя 2023 г., 23:59

№ 1, вариант 1

5 баллов

Витя склеил вместе два кубика одинакового размера, сделанные из разных пород дерева. Один из дуба с плотностью 930 кг/м^3 , а другой из лиственницы с плотностью 1010 кг/м^3 . Он решил исследовать, в каких жидкостях получившееся тело будет плавать, а в каких утонет. Выберите все варианты ответа с жидкостями, в которых тело будет плавать.

пресная вода с плотностью 1000 кг/м^3

морская вода с плотностью 1030 кг/м^3

масло моторное с плотностью 920 кг/м^3

керосин с плотностью 820 кг/м^3

ртуть с плотностью 13600 кг/м^3

№ 1, вариант 2

5 баллов

Витя склеил вместе два кубика одинакового размера, сделанные из разных пород дерева. Один из кедра с плотность 800 кг/м^3 , а другой из берёзы с плотностью 700 кг/м^3 . Он решил исследовать, в каких жидкостях получившееся тело будет плавать, а в каких утонет. Выберите все варианты ответа с жидкостями, в которых тело будет тонуть. Правильных ответов может быть несколько.

эфир с плотностью 720 кг/м^3

морская вода с плотностью 1030 кг/м^3

масло моторное с плотностью 920 кг/м^3











керосин с плотностью 820 кг/м^3

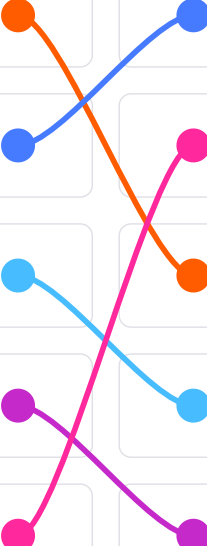
бензин с плотностью 700 кг/м^3

№ 2, вариант 1

5 баллов

Установите соответствие между приборами и физическими величинами, которые они измеряют.

Омметр			Сила тока
Амперметр			Сила
Вольтметр			Сопротивление
Манометр			Напряжение
Динамометр			Давление



№ 2, вариант 2

5 баллов

Установите соответствие между приборами и физическими величинами, которые они измеряют.

Термометр	●	●	Сила тока
Омметр	●	●	Сила
Амперметр	●	●	Сопротивление
Вольтметр	●	●	Напряжение
Динамометр	●	●	Температура

The diagram shows a matching exercise with two columns of boxes. The left column contains the names of instruments: Термометр, Омметр, Амперметр, Вольтметр, and Динамометр. The right column contains the physical quantities they measure: Сила тока, Сила, Сопротивление, Напряжение, and Температура. Colored dots are placed on the right side of each instrument box and the left side of each quantity box. Lines connect the dots to show the correct matches: a purple line connects Термометр to Температура; a cyan line connects Амперметр to Сила тока; a green line connects Динамометр to Сила; a purple line connects Омметр to Сопротивление; and a green line connects Вольтметр to Напряжение.

№ 3, вариант 1

10 баллов

Сосуд, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с отсутствующей верхней гранью, до краёв наполнен водой. Высота сосуда $h = 1$ м, длины рёбер в основании $a = 0,5$ м и $b = 0,3$ м. Плотность воды равна 1000 кг/м³. Атмосферное давление равно 100 кПа. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

Найдите давление на дно сосуда.

10 кПа

100 кПа

102 кПа

104 кПа

110 кПа

В сосуд пустили свободно плавать деревянный брусок с плотностью равной 500 кг/м³, при этом лишняя вода вылилась. Каким стало давление на дно сосуда? Объём бруска равен 4 литра.

10 кПа

100 кПа

102 кПа

104 кПа

110 кПа

№ 3, вариант 2

10 баллов

Сосуд, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с отсутствующей верхней гранью, до краёв наполнен водой. Высота сосуда $h = 0,5$ м, длины ребер в основании $a = 0,2$ м и $b = 0,2$ м. Плотность воды 1000 кг/м³. Атмосферное давление равно 100 кПа. Ускорение свободного падения принять 10 м/с².

Найдите давление на дно сосуда.

10 кПа

100 кПа

105 кПа

108 кПа

110 кПа

В сосуд пустили свободно плавать деревянный брусок с плотностью 750 кг/м³, при этом лишняя вода вылилась. Каким стало давление на дно сосуда? Объём бруска равен 2 литра.

10 кПа

100 кПа

105 кПа

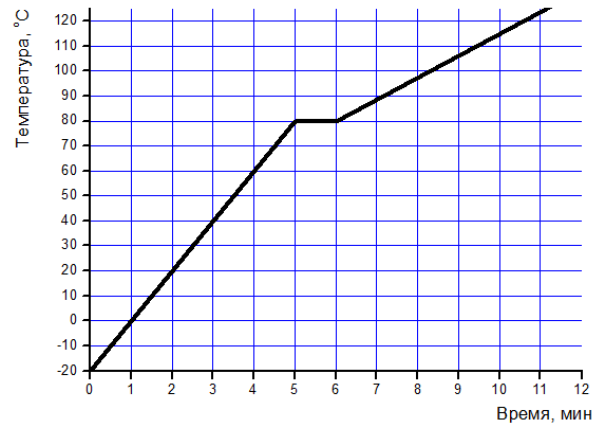
108 кПа

110 кПа

№ 4, вариант 1

10 баллов

Некоторое количество твёрдого вещества поместили в калориметр. В калориметре включили электрический нагреватель, который работал с постоянной мощностью в течение всего эксперимента. На графике приведена зависимость температуры в калориметре от времени. Удельная теплота плавления вещества равна 30 кДж/кг .



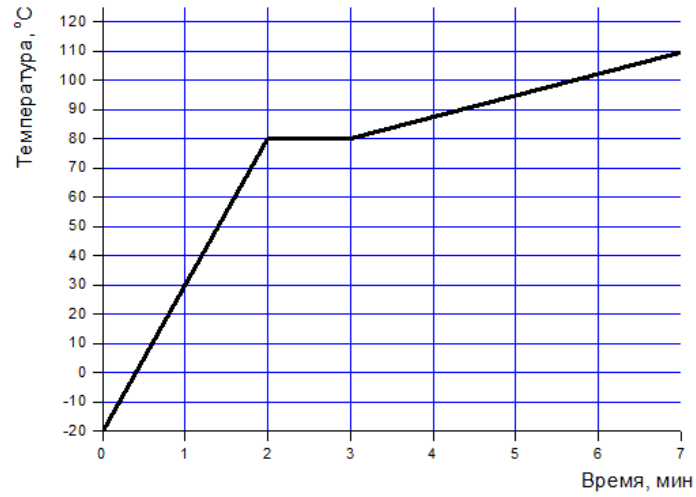
Определите, чему равна удельная теплоёмкость этого вещества в твёрдом состоянии. Тепловыми потерями пренебречь. Ответ выразите в $\text{кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$. Округлите до десятых.

1.5

№ 4, вариант 2

10 баллов

Некоторое количество твёрдого вещества поместили в калориметр. В калориметре включили электрический нагреватель, который работал с постоянной мощностью в течение всего эксперимента. На графике приведена зависимость температуры в калориметре от времени. Удельная теплота плавления вещества равна 60 кДж/кг .



Определите, чему равна удельная теплоёмкость этого вещества в твёрдом состоянии. Тепловыми потерями пренебречь. Ответ выразите в $\text{кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$. Округлите до десятых.

1.2

№ 5, вариант 1

35 баллов

Экспериментаторы взяли калориметр с неизвестным количеством воды при температуре $t = 20^\circ\text{C}$. Они решили узнать, сколько кубиков льда массой $m = 25$ г каждый можно растопить в этой воде. Кинув один кубик в калориметр, они дождались, пока он полностью растает, затем кидали следующий. Всего удалось растопить $n = 7$ кубиков, а восьмой растаял лишь частично. Изначально лёд находился при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Считать, что теплообмена между содержимым калориметра и окружающей средой нет. Теплоёмкостью калориметра пренебречь. Теплоёмкость воды принять $c = 4200$ Дж/кг \cdot °C. Удельная теплота плавления льда $L = 330\,000$ Дж/кг.

Найдите максимальную массу воды, которая могла быть в калориметре до начала эксперимента. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

786

Найдите минимальную массу воды, которая могла быть в калориметре до начала эксперимента. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

688

Сколько времени потребовалось бы, чтобы растопить один такой кубик при помощи нагревателя, включенного в сеть с напряжением $U = 220$ В, по которому протекает ток $I = 3$ А? Считайте, что КПД нагревателя равен $\eta = 0,85$. Ответ выразите в секундах и округлите до целых.

15

№ 5, вариант 2

35 баллов

Экспериментаторы взяли калориметр с неизвестным количеством воды при температуре $t = 30^\circ\text{C}$. Они решили узнать, сколько кубиков льда массой $m = 50$ г каждый можно растопить в этой воде. Кинув один кубик в калориметр, они дождались, пока он полностью растает, затем кидали следующий. Всего удалось растопить $n = 5$ кубиков, а шестой растаял лишь частично. Изначально лёд находился при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Считать, что теплообмена между содержимым калориметра и окружающей средой нет. Теплоёмкостью калориметра пренебречь. Теплоёмкость воды принять $c = 4200$ Дж/кг $\cdot^\circ\text{C}$. Удельная теплота плавления льда $L = 330\,000$ Дж/кг.

Найдите максимальную массу воды, которая могла быть в калориметре до начала эксперимента. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

786

Найдите минимальную массы воды, которая могла быть в калориметре до начала эксперимента. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

655

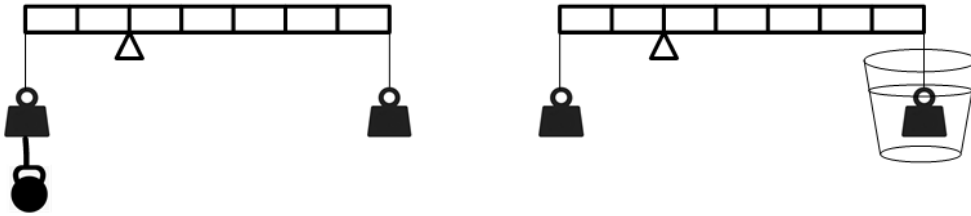
Сколько времени потребовалось бы, чтобы растопить один такой кубик при помощи нагревателя, включенного в сеть с напряжением $U = 220$ В, по которому протекает ток $I = 5$ А. Считайте, что КПД нагревателя равен $\eta = 0,90$. Ответ выразите в секундах и округлите до целых.

17

№ 6, вариант 1

35 баллов

Учитель физики изготовил рычаг из легкой планки, которую можно считать невесомой. Длина плеч рычага составила $l_1 = 0,2$ м и $l_2 = 0,5$ м. К концу каждого из плеч он повесил одинаковые грузики из металла массой $m = 1$ кг. Чтобы уравновесить рычаг, на грузик на коротком плече он решил повесить дополнительную гирьку (рисунок слева). Оказалось, что есть ещё один способ уравновесить рычаг. Учитель подставил под длинное плечо ёмкость с жидкостью $\rho = 1200$ кг/м³, так что висящий на рычаге грузик полностью погрузился в жидкость, а рычаг уравновесился (рисунок справа). Принять $g = 10$ Н/кг.



Найдите массу дополнительной гирьки. Ответ выразите в килограммах, округлите до десятых.

1.5

Найдите силу Архимеда, действующую на погруженный в жидкость металлический грузик. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

6

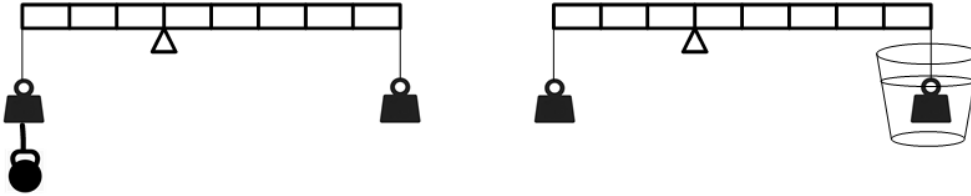
Найдите плотность металла, из которого изготовлен грузик. Ответ выразите в кг/м³, округлите до целых.

2000

№ 6, вариант 2

35 баллов

Учитель физики изготовил рычаг из легкой планки, которую можно считать невесомой. Длина плеч рычага составила $l_1 = 0,3$ м и $l_2 = 0,5$ м. К концу каждого из плеч он повесил одинаковые грузики из металла массой $m = 1,5$ кг. Чтобы уравновесить рычаг, на грузик на коротком плече он решил повесить дополнительную гирьку (рисунок слева). Оказалось, что есть ещё один способ уравновесить рычаг. Учитель подставил под длинное плечо ёмкость с жидкостью $\rho = 1100$ кг/м³, так что висящий на рычаге грузик полностью погрузился в жидкость, а рычаг уравновесился (рисунок справа). Принять $g = 10$ Н/кг.



Найдите массу дополнительной гирьки. Ответе выразить в килограммах, округлите до целых.

1

Найдите силу Архимеда, действующую на погруженный в жидкость металлический грузик. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

6

Найдите плотность металла, из которого изготовлен грузик. Ответ выразите в кг/м³, округлите до целых.

2750

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС**

Задание 1.1

В результате склеивания двух кубиков с плотностями $\rho_1 = 930 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 1010 \text{ кг/м}^3$ с некоторым объемом V каждое образуется единое тело с объемом $2V$. Массы кубиков, соответственно, $m_1 = \rho_1 V$ и $m_2 = \rho_2 V$. Получившееся тело будет плавать, если сила тяжести, которая на него действует $F_T = g(m_1 + m_2) = g(\rho_1 V + \rho_2 V)$ меньше чем сила тяжести жидкости, которую оно может вытеснить при полном погружении $F = \rho g \cdot 2V$, где ρ – плотность жидкости. Далее легко получить, что тело всплывает в жидкости, если $\rho > (\rho_1 + \rho_2)/2$. В нашем случае это условие принимает вид: $\rho > 970 \text{ кг/м}^3$.

Верные ответы: пресная вода с плотностью 1000 кг/м^3 , морская вода с плотностью 1030 кг/м^3 , ртуть с плотностью 13600 кг/м^3 .

Задание 1.2

В результате склеивания двух кубиков с плотностями $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 700 \text{ кг/м}^3$ с некоторым объемом V каждое образуется единое тело с объемом $2V$. Массы кубиков, соответственно, $m_1 = \rho_1 V$ и $m_2 = \rho_2 V$. Получившееся тело будет плавать, если сила тяжести, которая на него действует $F_T = g(m_1 + m_2) = g(\rho_1 V + \rho_2 V)$ меньше чем сила тяжести жидкости, которую оно может вытеснить при полном погружении $F = \rho g \cdot 2V$, где ρ – плотность жидкости. Далее легко получить, что тело утонет в жидкости, если $\rho < (\rho_1 + \rho_2)/2$. В нашем случае это условие принимает вид: $\rho < 970 \text{ кг/м}^3$.

Верные ответы: эфир с плотностью 720 кг/м^3 , бензин с плотностью 700 кг/м^3 .

Задание 2.1

Названия приборов и величины сопоставляются следующим образом:

Омметр – сопротивление,

Амперметр – сила тока,

Вольтметр – напряжение,

Манометр – давление,

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС**

Динамометр – сила.

Задание 2.2

Названия приборов и величины сопоставляются следующим образом:

Термометр – температура,

Омметр – сопротивление,

Амперметр – сила тока,

Вольтметр – напряжение,

Динамометр – сила.

Задание 3.1

1) Давление на дно сосуда складывается из давления столба воды и атмосферного давления (про последнее нельзя забывать). По условию задачи $P_a=100000$ Па, $h=1$ м, $\rho = 1000$ кг/м³. $P=P_a + \rho gh=110000$ Па= 110 кПа.

2) Несмотря на то, что часть воды выльется, высота столба жидкости не изменится. Ответ будет прежним. $P = 110$ кПа.

Задание 3.2

1) Давление на дно сосуда складывается из давления столба воды и атмосферного давления (про последнее нельзя забывать). По условию задачи $P_a=100000$ Па, $h=0,5$ м, $\rho = 1000$ кг/м³. $P=P_a + \rho gh=110000$ Па= 105 кПа.

2) Несмотря на то, что часть воды выльется, высота столба жидкости не изменится. Ответ будет прежним. $P = 105$ кПа.

Задание 4.1

Из графика видно, что плавление заняло 1 мин, тиакое же время занимает нагрев твердого вещества на $\tau = 20^\circ\text{C}$. Поскольку мощность нагрева не меняется, можно заключить, что для плавления и для нагрева твердого вещества на $t = 20^\circ\text{C}$ затрачивается одинаковое количество теплоты. Известна удельная теплота плавления вещества $L=30$ кДж/кг, нужно найти его теплоемкость c , выраженную в кДж/кг $\cdot^\circ\text{C}$.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС**

Получим уравнение $cm\tau = mL$, откуда $c = L/\tau = 30 \text{ кДж/кг} / 20^\circ\text{C} = 1,5 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Ответ: $1,5 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Задание 4.2

Из графика видно, что плавление заняло 1 мин, такое же время занимает нагрев твердого вещества на $\tau = 20^\circ\text{C}$. Поскольку мощность нагрева не меняется, можно заключить, что для плавления и для нагрева твердого вещества на $t = 50^\circ\text{C}$ затрачивается одинаковое количество теплоты. Известна удельная теплота плавления вещества $L = 60 \text{ кДж/кг}$, нужно найти его теплоемкость c , выраженную в $\text{кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Получим уравнение $cm\tau = mL$, откуда $c = L/\tau = 60 \text{ кДж/кг} / 50^\circ\text{C} = 1,2 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Ответ: $1,2 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Задание 5.1

1) Максимальная масса воды m_{\max} определяется из условия, что расплавилась масса льда, соответствующая $n+1$ кубику. Можно составить уравнение теплового баланса: $m(n+1)L = cm_{\max}(t-t_0)$, откуда $m_{\max} = m(n+1)L/c(t-t_0) = 0,025 \cdot (7+1) \cdot 330000 / (4200 \cdot 20) = 0,7857 \text{ кг} = 786 \text{ г}$.

2) Минимальная масса воды m_{\min} определяется из условия, что расплавилась масса льда, соответствующая $n+1$ кубику. Можно составить уравнение теплового баланса: $m(n+1)L = cm_{\min}(t-t_0)$, откуда $m_{\min} = m(n+1)L/c(t-t_0) = 0,025 \cdot 7 \cdot 330000 / (4200 \cdot 20) = 0,6877 \text{ кг} = 688 \text{ г}$.

3) Уравнение теплового баланса $mL = \eta IUt$, где t – искомое время. Тогда $t = mL/\eta IU = 0,025 \cdot 330000 / (0,85 \cdot 3 \cdot 220) = 14,7 \text{ с} = 15 \text{ с}$.

Ответ 786; 688; 15.

Задание 5.2

1) Максимальная масса воды m_{\max} определяется из условия, что расплавилась масса льда, соответствующая $n+1$ кубику. Можно составить уравнение теплового

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС**

баланса: $m(n+1)L=cm_{\max}(t-t_0)$, откуда $m_{\max} = m(n+1)L/c(t-t_0) = 0,05 * (5+1) * 330000 / (4200 * 30) = 0,7857 \text{ кг} = 786 \text{ г}$.

2) Минимальная масса воды m_{\min} определяется из условия, что расплавилась масса льда, соответствующая $n+1$ кубик. Можно составить уравнение теплового баланса: $m(n+1)L=cm_{\min}(t-t_0)$, откуда $m_{\min} = m(n+1)L/c(t-t_0) = 0,025 * 7 * 330000 / (4200 * 20) = 0,6547 \text{ кг} = 655 \text{ г}$.

3) Уравнение теплового баланса $mL = \eta IU t$, где t – искомое время. Тогда $t = mL/\eta IU = 0,050 * 330000 / (0,9 * 5 * 220) = 16,6 \text{ с} = 17 \text{ с}$.

Ответ 786; 655; 17.

Задание 6.1

1) Пусть дополнительная гирька имеет массу M . Тогда условие равновесия рычага: $l_1(M+m) = l_2 m$. Получаем $M = m((l_2/l_1) - 1) = 1 * ((0,5/0,2) - 1) = 1,5 \text{ кг}$

2) Запишем условие равновесия с учетом дополнительной силы Архимеда: $l_1 mg = l_2(mg - F_A)$. $F_A = (1 - (l_1/l_2))mg = (1 - (0,2/0,5)) * 1 * 10 = 6 \text{ Н}$

3) Сила Архимеда действующая на грузик равна: $F_A = \rho g V$, тогда объем грузика $V = F_A / \rho g$. А его плотность $\rho = m/V = m \rho g / F_A = 1 * 1200 * 10 / 6 = 2000 \text{ кг/м}^3$.

Ответ 1,5; 6; 2000.

Задание 6.2

1) Пусть дополнительная гирька имеет массу M . Тогда условие равновесия рычага: $l_1(M+m) = l_2 m$. Получаем $M = m((l_2/l_1) - 1) = 1,5 * ((0,5/0,3) - 1) = 1 \text{ кг}$

2) Запишем условие равновесия с учетом дополнительной силы Архимеда: $l_1 mg = l_2(mg - F_A)$. $F_A = (1 - (l_1/l_2))mg = (1 - (0,3/0,5)) * 1,5 * 10 = 6 \text{ Н}$

3) Сила Архимеда действующая на грузик равна: $F_A = \rho g V$, тогда объем грузика $V = F_A / \rho g$. А его плотность $\rho = m/V = m \rho g / F_A = 1,5 * 1100 * 10 / 6 = 2750 \text{ кг/м}^3$.

Ответ 1,5; 6; 2000.