Школьный этап по физике

Физика. 9 класс. Ограничение по времени: 90 мин.

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

Я соглашаюсь с условиями

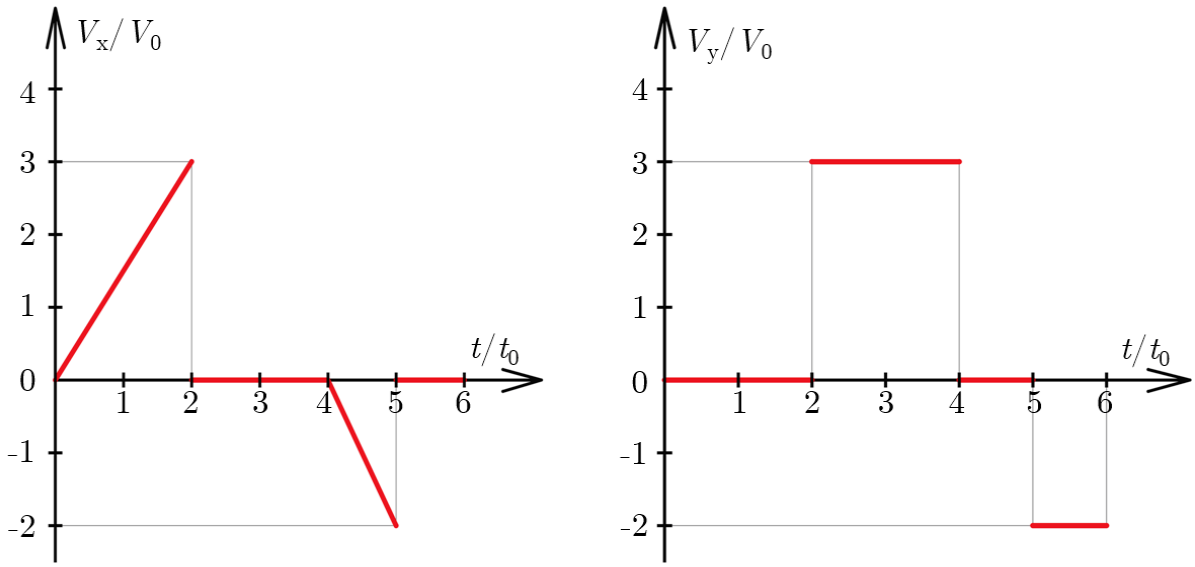
Задание

#1247012

В качестве ответа вводите целое число. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов), быть не должно. Пример: 3

При округлении чисел в промежуточных вычислениях сохраняйте не менее четырёх значащих цифр.

Матвей участвует в соревнованиях по робототехнике. В гонках по линии робот Матвея должен пройти заданный маршрут с поворотами и развилками на плоском поле, на которое нанесены взаимно перпендикулярные оси Ox и Oy. На графиках показаны зависимости проекций скоростей робота V_x и V_y, спроецированных на эти оси, от времени; $v_0 = 10$ м/мин, $t_0 = 0.5$ мин.



Считая, что Матвей всё время находится в начале координат $(0; 0)$, а робот начал движение из точки с координатами $(x_0; y_0)$, где $x_0 = 8$ м, $y_0 = 4$ м, ответьте на вопросы.

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

1. Какой путь робот прошёл в промежуток времени от 0 до $2t_0$? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Правильный ответ:

15

1 балл

2. Какой путь робот прошёл в промежуток времени от $2t_0$ до $4t_0$? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Правильный ответ:

30

1 балл

3. Какой путь робот прошёл в промежуток времени от $4t_0$ до $6t_0$? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Правильный ответ:

15

1 балл

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

4. Определите среднюю путевую скорость робота за всё время в пути от 0 до $6t_0$. Ответ выразите в м/мин, округлите до целых.

Правильный ответ:

20

2 балла

5. Определите конечные координаты $(x; y)$ робота к моменту времени $t = 6t_0$. Ответы выразите в метрах, округлите до целых и запишите числа через запятую без пробелов (где первая цифра - это x, вторая - y), пример:13,14

Правильный ответ:

18,24

1 балл

6. Определите расстояние между роботом и Матвеем к моменту времени $t = 6t_0$. Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Правильный ответ:

30

2 балла

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

7. Определите модуль перемещения робота к моменту времени $t = 6t_0$. Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Правильный ответ:

22

2 балла

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

Решение задачи:

1. Заметим, что проекция скорости робота на ось $0y$ равна нулю, значит, в промежуток времени от 0 до $2t_0$ робот двигался вдоль оси $0x$. Проекция перемещения робота примерно равна площади под графиком проекции скорости $\Delta x_1 = 3v_0 \cdot t_0 = 15$ м. Путь на первом участке $s_1 = 15$ м.

2. Заметим, что проекция скорости робота на ось $0x$ равна нулю, значит, в промежуток времени от $2t_0$ до $4t_0$ робот двигался вдоль оси $0y$. Проекция перемещения робота примерно равна площади под графиком проекции скорости $\Delta y_2 = 6v_0 \cdot t_0 = 30$ м. Путь на втором участке $s_2 = 30$ м.

3. Заметим, что проекция скорости робота на ось $0y$ равна нулю, значит, в промежуток времени от $4t_0$ до $5t_0$ робот двигался вдоль оси $0x$. Проекция перемещения робота примерно равна площади под графиком проекции скорости $\Delta x_3 = -1v_0 \cdot t_0 = -5$ м. Путь на третьем участке $s_3 = 5$ м.

Заметим, что проекция скорости робота на ось $0x$ равна нулю, значит, в промежуток времени от $5t_0$ до $6t_0$ робот двигался вдоль оси $0y$. Проекция перемещения робота примерно равна площади под графиком проекции скорости $\Delta y_4 = -2v_0 \cdot t_0 = -10$ м. Путь на четвёртом участке $s_4 = 10$ м.

Путь на третьем и четвёртом участках $s_{34} = s_3 + s_4 = 15$ м.

4. Средняя скорость – это такая скорость равномерного движения, двигаясь с которой, тело пройдёт тот же путь за то же самое время. Весь путь $s = 15$ м $+30$ м $+15$ м $= 60$ м. Время в пути $t = 6t_0 = 3$ мин. Средняя скорость робота $v_{\text{ср}} = s/t = 20$ м/мин.

5. Координаты робота – это проекции радиус-вектора на координатные оси:

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

$y = y_0 + \Delta y = 4$ м $+0$ м $+30$ м $+0$ м $+ (-10$ м$) = 24$ м.

6. Расстояние между роботом и Матвеем равно модулю радиус-вектора робота $r = \sqrt{(x^2 + y^2)} = 30$ м.

7. Модуль перемещения робота равно
$\Delta r = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = 22{,}4$ м. Округляя до целых, получим 22 м.

Ответ:

1. 15
2. 30
3. 15
4. 20
5. $18{,}24$, т.е. $(x = 18; y = 24)$
6. 30
7. 22

За решение задачи 10 баллов

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

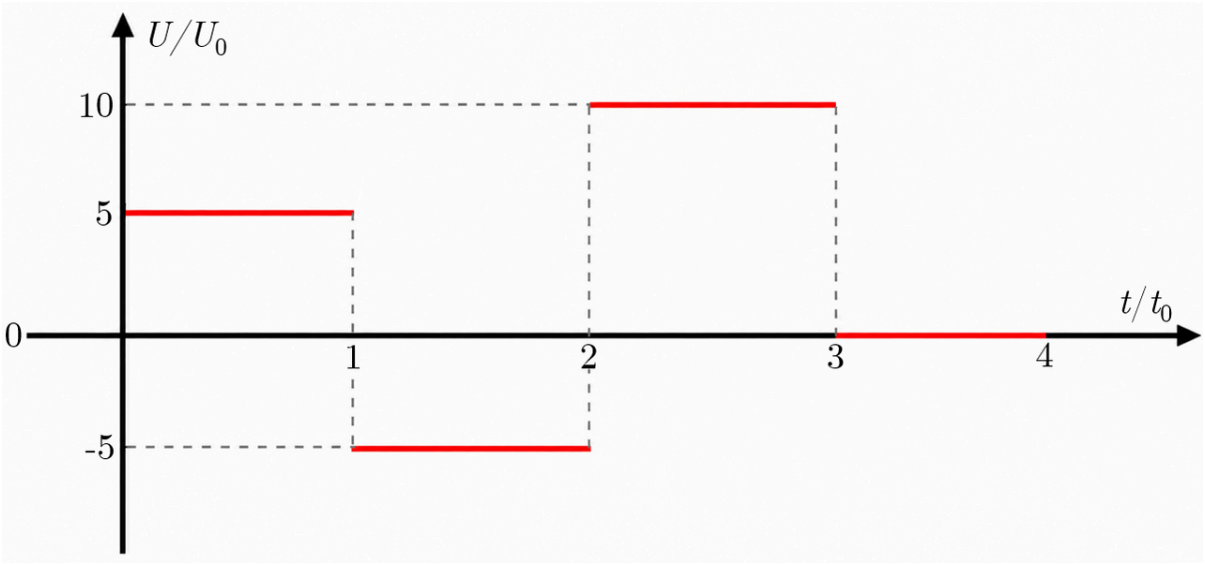
Задание

#1247023

В качестве ответа вводите целое число или конечную десятичную дробь. В качестве разделителя целой и дробной частей используйте точку либо запятую. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов), быть не должно. Пример: 3,1

При округлении чисел в промежуточных вычислениях сохраняйте не менее четырёх значащих цифр.

В чугунном тигле находится кусок олова массой $m = 1.2$ кг при температуре $t_1 = 32\,^\circ\mathrm{C}$. Напряжение на электрической спирали сопротивлением $R = 10$ Ом нагревателя изменяется по закону, график которого изображён на рисунке, где $t_0 = 1$ мин, $U_0 = 1$ В. Спустя $4t_0$ цикл повторяется.



Удельная теплоёмкость олова $c = 0.25$ Дж/(г $\cdot^\circ$ C), удельная теплота плавления олова $\lambda = 60$ Дж/г, температура плавления олова $t_{\text{пл}} = 232\,^\circ C$. Теплоёмкостью тигля и потерями тепла в окружающую среду пренебрегите. Считайте, что потерь энергии в тигле не происходит.

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

1. Какое количество теплоты выделяется в нагревателе за один цикл? Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

Правильный ответ:

900

2 балла

2. Через какое время, считая от момента замыкания цепи, температура олова увеличится в $n = 2$ раза? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Правильный ответ:

42.5

4 балла

3. Через какое время, считая от момента замыкания цепи, олово начнёт плавиться? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Правильный ответ:

266.5

4 балла

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

Решение задачи:

1. По закону Джоуля-Ленца $Q = \frac{U^2}{R}\tau$, на первом участке выделится $Q_1 = 150$ Дж, на втором $Q_2 = 150$ Дж, на третьем $Q_3 = 600$ Дж, на четвёртом $Q_4 = 0$ Дж, всего за цикл $4t_0$ выделяется $Q_0 = 900$ Дж энергии.

2. Для нагревания олова потребуется $Q_1 = cm\Delta t = cm(n-1)t_1 = 9.6$ кДж энергии. Для этого надо провести $n = [Q_1/Q_0] = 10$ циклов и передать ещё 600 Дж $= 150$ Дж $+150$ Дж $+300$ Дж. Время нагревания на третьем промежутке $\tau = \frac{QR_1}{U^2} = 30$ с. Время нагревания $10 \cdot 240$ с $+2 \cdot 60$ с $+30$ с $= 2550$ с $= 42.5$ мин.

3. Для нагревания олова от 32°C до 232°C потребуется $Q_2 = cm(t_{\text{пл}} - t_1) = 60$ кДж энергии. Для этого надо провести $n = [Q_2/Q_0] = 66$ циклов и передать ещё 600 Дж $= 150$ Дж $+150$ Дж $+300$ Дж. Время нагревания на третьем промежутке $\tau = \frac{QR_1}{U^2} = 30$ с. Общее время $66 \cdot 240$ с $+2 \cdot 60$ с $+30$ с $= 15990$ с $= 266.5$ мин.

Ответ:

1. 900

2. 42.5

3. 266.5

За решение задачи 10 баллов

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

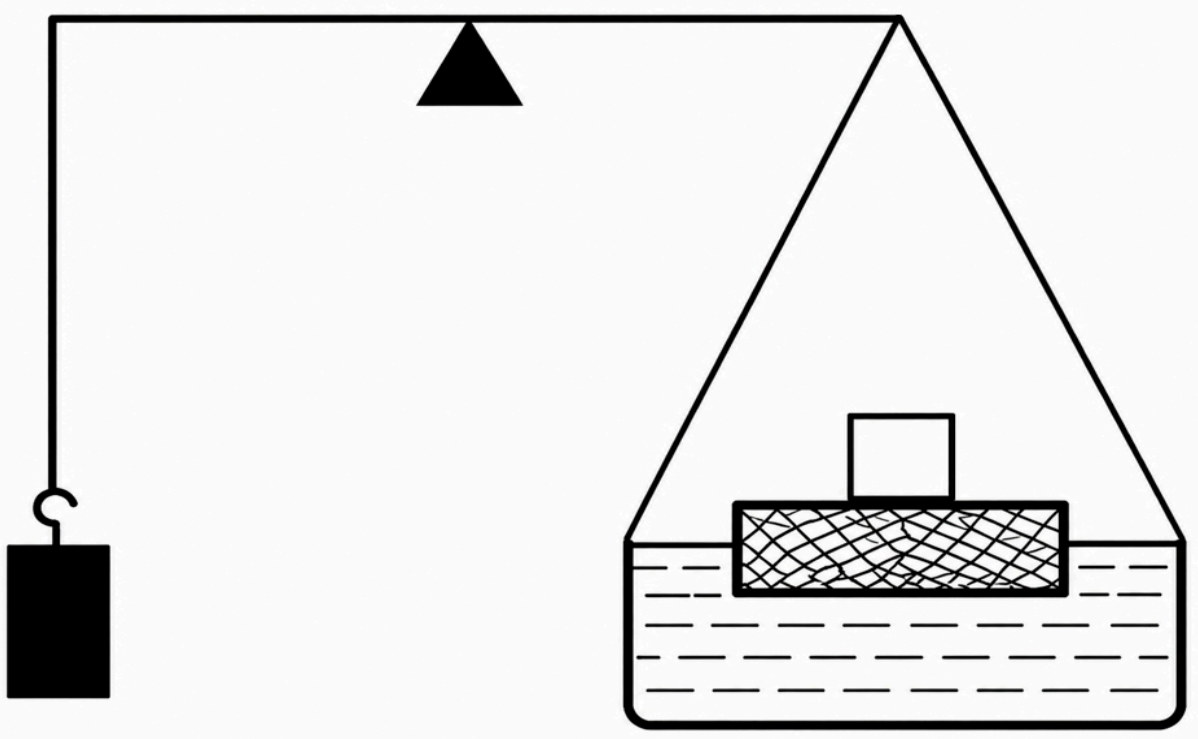
Задание

#1247030

Чтобы увеличить изображение, нажмите на него.

При округлении чисел в промежуточных вычислениях сохраняйте не менее четырёх значащих цифр.

На равноплечем рычаге справа подвешен сосуд с водой, до краёв заполненный водой, слева — груз. В сосуде плавает деревянная дощечка длиной $a = 5$ см, шириной $b = 4$ см и высотой $c = 3$ см с кубиком льда объёмом 5 см^3 на ней. Когда дощечка с кубиком льда находится в середине сосуда, рычаг уравновешен.



Плотность дерева 0.8 г/см^3, плотность льда 0.9 г/см^3, плотность воды 1.0 г/см^3.

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

1. На какую глубину погружена нижняя грань дощечки со льдом? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов), быть не должно. Пример: 3

Правильный ответ:

26

4 балла

2. На какую глубину погрузится нижняя грань дощечки, когда лёд растает? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых. Никаких иных символов, кроме используемых для записи числа (в частности, пробелов), быть не должно. Пример: 3

Правильный ответ:

24

4 балла

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

3. Что произойдёт с равновесием рычага в следующих ситуациях? Во всех случаях дощечка не касается дна и стенок сосуда, движение происходит медленно; каждый случай рассматривается независимо. Если все варианты одновременно не помещаются в окно браузера, можно воспользоваться сочетанием клавиш ctrl и (-) (cmd и (-) для Mac) для уменьшения масштаба окна.

Дощечка со льдом медленно переместилась к левой стенке сосуда	равновесие не нарушится
Дощечка со льдом медленно переместилась к правой стенке сосуда	равновесие не нарушится
Лёд растаял; дощечка находится в середине сосуда	равновесие не нарушится
Лёд растаял; дощечка медленно переместилась к левой стенке сосуда	равновесие не нарушится
Лёд растаял; дощечка медленно переместилась к правой стенке сосуда	равновесие не нарушится

Доступные варианты ответов (каждый может быть использован несколько раз):

- недостаточно данных для ответа
- равновесие нарушится, перевесит сосуд справа
- равновесие нарушится, перевесит груз слева
- равновесие не нарушится

Формула вычисления баллов: 0, 2 1, 1 5 2, 1 3, 0 5 4, 0

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

2 балла

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

Решение задачи:

1. Масса дерева $M = \rho_д \cdot a \cdot b \cdot c = 48$ г, масса льда $m = \rho_л \cdot V = 4.5$ г. По закону Архимеда вес вытесненной воды равен силе тяжести, действующей на плавающее тело. Объём погружённой части дерева равен $V_{пч1} = (M + m)/\rho_в = 52.5$ см^3. Глубина погружения $h_1 = V_{пч1}/(a \cdot b) = 2.625$ см $= 26$ мм.

2. Когда лёд растает, масса плавающего тела будет равна массе деревянной дощечки, объём погруженной части составит $V_{пч2} = M/\rho_в = 48$ см^3. Глубина погружения $h_2 = V_{пч2}/(a \cdot b) = 2.4$ см $= 24$ мм.

3. Если дощечка не касается стенок, во всех случаях центр масс системы «вода – дощечка – лёд» будет находиться строго посередине сосуда. При смещении дощечки в одну сторону такая же масса воды сдвигается в противоположную сторону на то же расстояние. Когда лёд растает, уровень жидкости в сосуде не изменится, масса сосуда с водой и содержимым не изменится, центр масс останется в середине сосуда. Равновесие не нарушится.

Ответ:

1. **26**

2. **24**

3.

Дощечка со льдом медленно переместилась к левой стенке сосуда - равновесие не нарушится

Дощечка со льдом медленно переместилась к правой стенке сосуда - равновесие не нарушится

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера

Лёд растаял; дощечка находится в середине сосуда - равновесие не нарушится

Лёд растаял; дощечка медленно переместилась к левой стенке сосуда - равновесие не нарушится

Лёд растаял; дощечка медленно переместилась к правой стенке сосуда - равновесие не нарушится

За решение задачи **10 баллов**

Продолжая пользоваться сайтом, вы соглашаетесь с условиями использования служебных файлов браузера