

Задача 1. Нагревание воды.

Ко дну калориметра прикреплен плоский нагревательный элемент, над которым находится тонкий слой льда. После того, как нагревательный элемент включили на время t_1 , лед нагрелся на $\Delta t = 2^\circ\text{C}$. Какое время t_2 может потребоваться для увеличения температуры содержимого калориметра ещё на $\Delta t = 2^\circ\text{C}$?

Потери тепла в окружающую среду и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь. Коэффициент теплообмена внутри калориметра можно считать достаточно большим. Удельная теплоёмкость льда $c_1 = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$, воды $c_2 = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Решение.

После первого нагревания (в зависимости от конечной температуры льда) возможны следующие предельные варианты.
1. Если погрузить лёд при температуре меньше -2°C , то на повторный нагрев понадобится столько же тепла и времени, сколько было затрачено на первый, а именно

$$Q = m c_1 \Delta t. (1)$$

2. Если погрузить лёд при температуре 0°C , тогда сначала придётся его растопить, а затем нагреть нагретую воду на 2°C , то есть затратить

$$Q_1 = m \lambda + m c_2 \Delta t$$

теплоты.

Подставляя значение m из (1) найдём

$$Q_1 = Q(\lambda + c_2 \Delta t) / (c_1 \Delta t) = 80,6 Q.$$

Искомое время нагревания лежит в диапазоне

$$t_1 < t_2 < 80,6 t_1.$$

Задача-2

Какой максимальный объём масла плотностью $\rho_1 = 0,8 \text{ г/см}^3$ можно налить в L-образную трубку с открытыми концами, частично (до высоты h) заполненную водой плотностью $\rho_2 = 1,0 \text{ г/см}^3$? Площадь горизонтального сечения вертикальных частей трубки равна S . Объёмом горизонтальной части трубки можно пренебречь. Вертикальные размеры трубки и высота столба воды приведены на рисунке (высоту h считать заданной).

Примечание. Заткнуть концы трубки, наклонять её или выливать из неё воду запрещено:



Решение:

Пытаюсь найти наибольший объём масла в трубку, надо стараться максимально использовать давление столба воды, чтобы сбалансировать его на максимально большей высоте. Для того будем заливать в высоту колена масла до тех пор, пока оно не вытеснит всю воду во втором колене. При этом столб масла будет иметь высоту:

$$H = 2h \cdot 1,25 = 2,5h$$

Далее есть два пути приводящие к одинаковому результату. Можно вода колена дать по $2hS$ масла, а можно иметь только в высоту колена, тогда из-за меньшей плотности масло будет столбом, продвигаясь "через воду" и займёт весь оставшийся во втором колене объём.

Окончательный объём (или) получаем ответ:

$$V = (2,5h + 2 \cdot 2h)S = 6,5hS$$

Задача 3.

Английский купец говорит русскому, что у них в Англии плотность золота 0,697 фунтов на дюйм в кубе. Русский купец отвечает, что если дюйм измерять в аршинах, а вес - в пудах, то плотность золота на Руси будет равна... чему равна плотность золота на Руси?

Решение.

Примечание. В одном фунте 0,4536 кг, в одном фунте 12 дюймов, в одном дюйме 25,4 мм, в 1 пуде 16,38 кг, в одной сажени три аршина или 2,1336 м.

Решение.

Найдём переводной коэффициент из фунтов из пуды:

$$\alpha = 0,4536 : 16,38 \approx 27,7 \cdot 10^{-3}$$

Переводной коэффициент из дюймов в аршины:

$$\beta = 25,4 \cdot 10^{-3} : \frac{2,1336}{3} \approx 35,71 \cdot 10^{-3}$$

В одном кубическом дюйме содержится

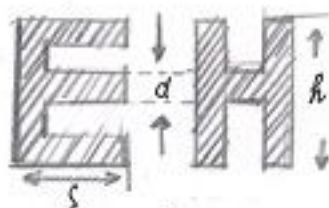
$$\beta = (35,71 \cdot 10^{-3})^3 = 45,56 \cdot 10^{-6}$$

кубических аршин.

Следовательно, плотность золота

$$\rho = 0,697 \cdot \frac{\alpha}{\beta^3} \approx 424 \frac{\text{пуда}}{\text{аршин}^3}$$

Задача-4.



Экспериментатор Тимон решил одорочить стеллаж о своих научных достижениях. Чтобы сделать красивый заглавок стеллажа, он вырезал заглавок из однородного листа толщиной d . Измерив на весу некоторые из получившихся букв, Тимон с удивлением обнаружил, что буквы E и H имеют одну и ту же массу. У всех букв высота $h=8$ см ширина $s=5$ см а толщина линий d одинакова. Чему равно толщина d ?

Решение:

Масса буквы равна произведению плотности материала на объем буквы, который равен произведению площади поверхности буквы на толщину листа d . Поскольку по условию толщина d и плотность материала одинаковы, то массы двух букв будут равны в случае, если равны площади их поверхностей.

Приравняв суммарные площади всех прямоугольников, из которых состоят буквы E и H соответственно:

$$h \cdot d + 3(s - d) \cdot d = 2h \cdot d + (s - 2d) \cdot d$$

сокращая на d и раскрывая скобки, получаем.

$$d = 2s - h = 2 \text{ см.}$$

Задача 5.

Однажды Красная Шапочка решила навестить бабушку. Путь ей предстоял не близкий. Сначала она треть пути неспешно шла по дорожке со скоростью v . Затем, проголодавшись, села на пенек и съела несколько пирожков. Потратив на еду много времени, девочка запустила, так как уже начало темнеть. Но тут из леса выбежал серый волк. Он ловезно сошлись подвезти её на себе до бабушки со скоростью $3v$. В результате получилось, что на всё путешествие девочка потратила столько же времени, сколько потребовалось бы при движении с постоянной скоростью v . Сколько пирожков съела Красная Шапочка во время отдыха на пенёке? На каждый пирожок она затрачивала одну девятую времени всего своего путешествия.

Решение.

Весь путь девочки — L .

Путь до привала $\frac{L}{3}$.

Время движения девочки до привала $t_1 = \frac{(\frac{L}{3})}{v}$.

Пранца затанулась на время $t_2 = N \cdot \frac{(\frac{L}{9})}{v}$, где N — число съеденных пирожков. Путь от привала до бабушки $\frac{2L}{3}$.

Время путешествия на Волке $t_3 = \frac{(\frac{2L}{3})}{3v}$.

Время всего путешествия $t = t_1 + t_2 + t_3$ или $t = \frac{L}{v}$.

Вставляем последнее уравнение $\frac{L}{v} = \frac{(\frac{L}{3})}{v} + N \cdot \frac{(\frac{L}{9})}{v} + \frac{(\frac{2L}{3})}{3v}$.

$$1 = \frac{1}{3} + \frac{N}{9} + \frac{2}{9}$$

$$\frac{9}{9} = \frac{(3 + N + 2)}{9}$$

$$9 = 5 + N$$

$$N = 4$$

Ответ: Девочка съела 4 пирожка.