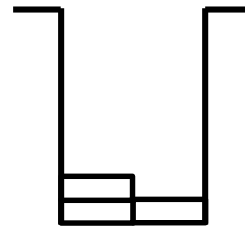


**Интеллектуальный марафон школьников города Челябинска. 2013-14 учебный год.
8 класс.**

1. С помощью подвижного блока со дна колодца поднимают поочередно три каменные плиты размером 40 см х 50 см х 100 см каждая. Плиты выкладывают плашмя рядом с колодезем одна на другую (первую плиты кладут на землю). Колодец имеет квадратное сечение со стороной 105 см, глубина колодца 5 метров. Плотность каменных плит 2500 кг/м³. Какую минимальную работу по подъему плит нужно совершить, если плиты лежат в колодце так, как показано на рисунке?



Возможное решение:

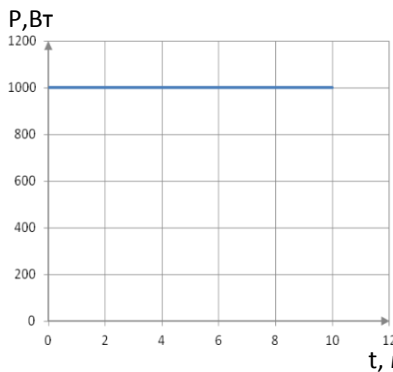
Найдем массу одной плиты $m = \rho V = 2500 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 1 = 500$ кг.

Работа по подъему плиты равна произведению веса плиты на расстояние, на которое плита перемещается по вертикали. Если вначале поднимать верхнюю плиту из колодца, то её необходимо переместить по вертикали на расстояние $5 - 0,4 = 4,6$ м. Вторую плиту нужно будет поднять на высоту $5 + 0,4 = 5,4$ м, а третью на высоту $5 + 0,8 = 5,8$ м. Соответственно работа по подъему каждой из плит равна: $5000Н \cdot 4,6м + 5000Н \cdot 5,4м + 5000Н \cdot 5,8м = 79\ 000$ Дж.

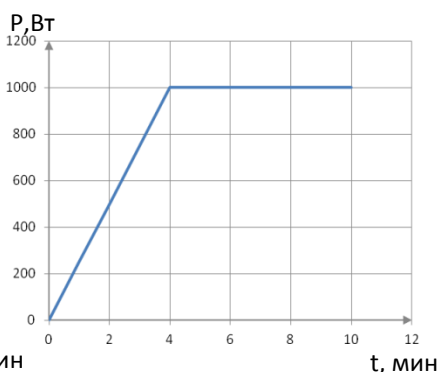
2. В одной из лабораторий есть три плитки – «новая», «старая» и «очень старая». На каждой из них необходимо вскипятить воду. Так «новая» плитка имеет мощность 1000 Вт мгновенно включается и выключается. «Старая» набирает свою максимальную мощность равномерно в течение некоторого времени, и может выключаться мгновенно. «Очень старая» плитка долго разогревается и, после выключения, остывает, продолжая отдавать тепло, таким образом, что график отдаваемой мощности от времени представляет собой половину окружности. Определите, сколько воды в литрах каждая из них доведет до кипения за 10 минут.

Считать, что все тепло вырабатываемое каждой из плиток идет только на нагрев воды. Начальная температура воды 0°С. Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С). Плотность воды 1000 кг/м³. Температура кипения воды 100°С.

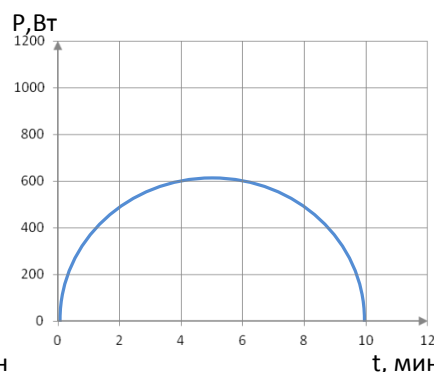
Графики зависимости тепловой мощности от времени для плиток



«Новая» плитка



«Старая» плитка



«Очень старая» плитка

Возможное решение:

Так как мощность первой плитки всегда постоянна, то легко найти тепло, которое она выделит за 10 минут (10·60 секунд). $Q_1 = 1000 \cdot 10 \cdot 60 = 600$ кДж.

Мощность второй плитки в течение первых 4-х минут линейно возрастала со временем, поэтому мы можем использовать среднее значение мощности 500 Вт, затем в течение оставшихся 6 минут тепло выделялось с постоянной мощностью 1000 Вт. Тогда все выделившееся за 10 минут тепло равно $Q_2 = 500 \cdot 4 \cdot 60 + 1000 \cdot 6 \cdot 60 = 480$ кДж.

Заметим, что тепло, выделившееся на участке 0-4 минуты мы считаем по формуле $P_{cp} \cdot \tau$, где P_{cp} – средняя мощность за время τ . Если мощность линейно зависит от времени, то среднюю мощность можно рассчитать как полу сумму начальной и конечной мощностей. Фактически произведение полу суммы мощностей на время есть площадь трапеции, под графиком. Таким образом, для того, чтобы посчитать тепло, которое выделила третья плитка нужно посчитать площадь под графиком зависимости мощности от времени. Сделать это можно по клеточкам. Площадь одной клетки равна $200Вт \cdot 2 \cdot 60$ сек = 24 кДж. Под графиком оказалось 7 полных клеток, а не полные в сумме дают площадь примерно равную 5 полным клеткам. Значит площадь под третьим графиком примерно равна 288 кДж.

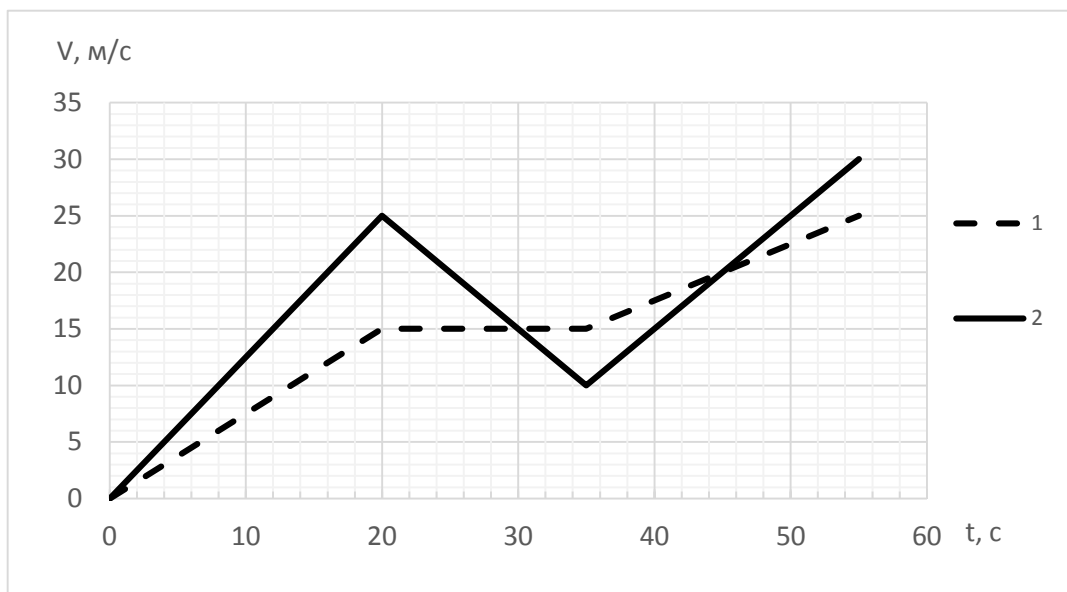
Найдем сколько тепла нужна на доведение до кипения 1 литра (1 кг) воды. $Q = cm\Delta t = 4200 \cdot 1 \cdot 100 = 420$ кДж.

Значит первая плитка позволит довести до кипения $\frac{Q_1}{42 \text{ кДж}} = \frac{600}{42} = 1,43$ л. Вторая плитка позволит довести до кипения

$\frac{Q_2}{42 \text{ кДж}} = \frac{480}{42} = 1,14$ л, а третья плитка позволит довести до кипения $\frac{Q_3}{42 \text{ кДж}} = \frac{288}{42} = 0,67$ л

3. Два лыжника спускаются с горы, стартуя одновременно из одной точки. Лыжники едут по двум разным трассам и одновременно финишируют. График зависимости скорости каждого из лыжников от времени представлены на рисунке. По этим данным определите:

- 1) Нарисуйте схематически профиль каждой трассы (вид на трассу сбоку).
- 2) Определите расстояние, пройденное каждым из лыжников.
- 3) Если после финиша каждому из лыжников нужно будет прокатиться по горизонтальной прямой ещё 200 метров, то кто из них сделает это первым?



Возможное решение:

1) Понятно, что скорость лыжника возрастает на том участке, где трасса идет вниз, остается постоянной на горизонтальном участке трассы и уменьшается на том участке, где трасса идет вверх. Поэтому для получения примерного профиля склона нужно перевернуть «вверх ногами» график зависимости скорости от времени, полученная кривая и будет описывать примерный профиль трассы.

2) Первый лыжник на участке от 0 до 20 секунд имел среднюю скорость $\frac{0+15}{2} = 7,5$ м/с. На втором участке от 20 до 35 секунды его средняя скорость была равна 15 м/с, а на третьем участке от 35 до 55 секунды $\frac{15+25}{2} = 20$ м/с. Тогда путь, пройденный первым лыжником равен $7,5 \cdot 20 + 15 \cdot 15 + 20 \cdot 20 = 775$ м.

Аналогично для второго лыжника получим: $12,5 \cdot 20 + 17,5 \cdot 15 + 20 \cdot 20 = 912,5$ м.

3) Так как по горизонтальной прямой лыжники катятся с постоянной скоростью, а из графика видно, что у финиша скорость второго лыжника больше, то и дополнительные 200 метров он проедет быстрее.

4. Используя только предложенное оборудование, определите

- 1). Объем выданного Вам кусочка пластилина.
- 2). Отношение массы кусочка пластилина к массе линейки.
- 3). Плотность выданного Вам куска пластилина.

Опишите, какие действия Вам необходимо для этого выполнить. Дополните Ваше описание поясняющими рисунками и формулами.

Оборудование: деревянная линейка, нить (по требованию у дежурного в кабинете), кусочек пластилина, стакан с водой (плотность воды 1000 кг/м^3).

Возможное решение

1). Скатать из всего пластилина шарик. Обмотать его ниткой в разных сечениях, считая при этом количество витков (N). Измерить длину нитки L. Радиус шарика определить по формуле: $R = \frac{L}{2\pi N}$. Объем шара рассчитаем по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$. В результате получается объем $(7 \pm 1) \text{ см}^3$. Допускается лепка кубика или параллелепипеда с обязательным усреднением каждой из сторон.

2). Для определения отношения массы пластилина к массе линейки воспользуемся линейкой как рычагом. Определим положение центра тяжести линейки, уравновесив ее на краю парты или на нити. На нити подвешиваем кусок пластилина на линейку и, перемещая линейку, добиваемся ее равновесия. Измеряем расстояния от центра тяжести линейки до точки опоры линейки на парту или нить (l_1) и расстояние от точки подвеса груза до точки опоры линейки на парту или нить (l_2). Из условия равновесия $m_{\text{лин}} g l_1 = m_{\text{пласт}} g l_2$ находим необходимое отношение $(0,8 \pm 0,2)$.

3). Для определения плотности пластилина воспользуемся условием равновесия рычага. Уравновесим пластилин и линейку на краю стола или нитке и измерим соответствующие расстояния до оси вращения (l_1 и l_2). Погружаем пластилин полностью в воду и снова добиваемся равновесия линейки на опоре. Измеряем соответствующие расстояния до оси вращения от точек приложения сил (l_3 и l_4). Получаем систему уравнений: $m_{\text{лин}} g l_1 = m_{\text{пласт}} g l_2$ и $m_{\text{лин}} g l_3 = m_{\text{пласт}} g l_4 - \rho_{\text{воды}} g V_{\text{пласт}} l_4$. Из системы находим плотность пластилина $\rho_{\text{пласт}} = \frac{l_4 l_1}{l_4 l_1 - l_2 l_3} \rho_{\text{воды}}$. В результате должно получиться $(1,5 \pm 0,2) \text{ г/см}^3$.