

Количество теплоты

ЗАДАЧА 1. Литр воды нагрелся в электрическом чайнике за одну минуту с 10°C до 30°C . После этого из чайника налили стакан тёплой воды (200 мл) и снова включили чайник в сеть.

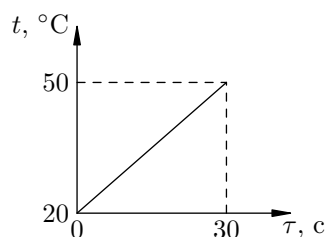
1) Определите мощность чайника.

2) Через какое время (после начала вторичного нагревания) чайник закипит?

Потери тепла не учитывать. Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

1) 1400 Вт; 2) через 2 мин 48 с

ЗАДАЧА 2. В печи мощностью 1 кВт нагревают образец из неизвестного материала. График зависимости температуры образца от времени приведён на рисунке. Масса образца равна 2 кг. Определите удельную теплоёмкость материала.



$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$

ЗАДАЧА 3. («Курчатов», 2019, 8) С помощью кипятильника воду объемом 2 литра нагрели с 80°C до 90°C за 1 минуту. Затем его выключили, и еще через минуту вода остыла на 1°C . Найдите мощность кипятильника.

$1540 \text{ Дж}/\text{с}$

ЗАДАЧА 4. («Физтех», 2016, 8) Тело нагрели нагревателем мощностью 630 Вт сначала на Δt , а потом ещё на Δt , но уже нагревателем с вдвое большей мощностью. В результате весь процесс нагревания занял время τ . Какая средняя мощность должна быть у нагревателя, чтобы сразу нагреть тело на $2\Delta t$ за то же время τ ? Ответ выразить в Вт, округлить до целых. Потери пренебречь.

848

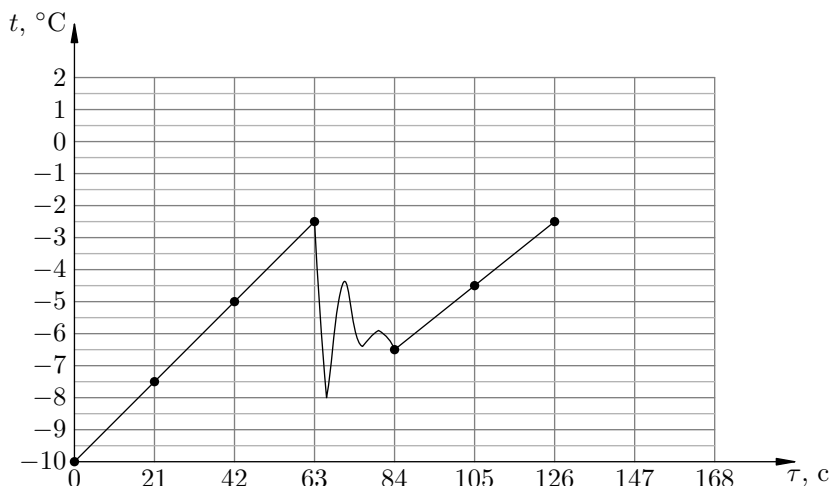
ЗАДАЧА 5. (МОШ, 2008, 8) Школьник Вася проводит дома физический эксперимент, а его младший брат Петя пытается ему помочь. Вася налил в банку $V = 1 \text{ л}$ воды при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, поместил в воду кипятильник мощностью $P = 1 \text{ кВт}$, включил его и вышел в соседнюю комнату поговорить по телефону с одноклассником. Вернувшись через $\tau = 5 \text{ мин}$, он измерил температуру воды в банке, и оказалось, что она равна $t_2 = 60^\circ\text{C}$. Выяснилось, что Петя на некоторое время отключал кипятильник, пока Вася разговаривал по телефону. Сколько времени длилась Петина «помощь»? Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, плотность воды $\rho = 1 \text{ кг}/\text{л}$. Теплоёмкостями банки и кипятильника, а также потерями теплоты пренебречь.

$\tau = \frac{cV}{P} \left(\frac{t_2}{t_1} - 1 \right)$

Задача 6. (МОШ, 2013, 8, 10) По счастливой случайности отличнику Грише и первой красавице Арише выпало вместе делать лабораторную работу по физике. В работе требовалось поместить капсулу со снегом в нагреваемый калориметр и построить график зависимости температуры капсулы от времени.

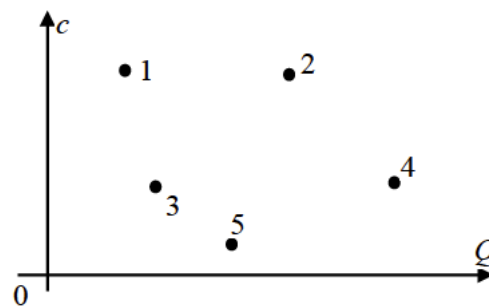
Гриша аккуратно включил печь, поместил 0,5 кг снега в калориметр и ровно в 9⁰⁰ по московскому времени начал измерения. «Скучно», — примерно через минуту подумала Ариша, и подсыпала немного снега в калориметр. Гриша в ужасе смотрел на график и печально думал: «Красота требует жертв...»

Используя график, определите мощность печи и массу добавленного Аришей снега. Удельная теплоёмкость снега $c = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.



Мощность печи 125 Вт, масса добавленного снега 125 г

Задача 7. («Максвелл», 2016, РЭ, 8) В лаборатории провели измерения удельной теплоемкости пяти твёрдых тел, имеющих одинаковую массу. Изменений агрегатного состояния вещества в процессе эксперимента не происходило. Результаты измерений нанесли на график, по одной оси которого откладывалась удельная теплоемкость c , а по другой — количество теплоты Q , подведённой к телам при их нагревании. К сожалению, масштаб по осям со временем был утрачен. Определите:



1) какому телу было передано больше всего теплоты?

2) у какого тела изменение температуры оказалось самым большим, а у какого — самым маленьким?

3) у каких тел изменения температуры оказались одинаковыми?

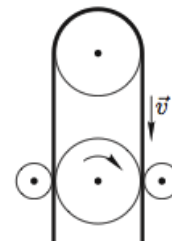
Примечание! Применять свои линейки для нанесения на график масштаба нельзя. Подобные решения будут оценены в ноль баллов.

1) 4; 2) 5; 1; 3) 3; 2 и 3

ЗАДАЧА 8. («Росатом», 2018, 8) Тело составлено из трёх частей одинакового объёма, но с разными плотностями, которые относятся друг к другу как $\rho_1 : \rho_2 : \rho_3 = 1 : 2 : 4$. Удельные теплоёмкости этих частей — также разные и относятся друг к другу как $c_1 : c_2 : c_3 = 3 : 2 : 1$. Найти среднюю удельную теплоёмкость тела, если большая из удельных теплоёмкостей его частей равна c .

$$\frac{1}{3}c = c_3$$

ЗАДАЧА 9. (Всеросс., 2007, ОЭ, 8) Проволоку площадью поперечного сечения S протягивают через систему шкивов (рис.). Шкив, отмеченный изогнутой стрелкой, жёстко закреплён на валу электромотора, а остальные могут вращаться свободно. Найдите минимальную мощность N_{\min} мотора, необходимую для протягивания проволоки со скоростью v , если известно, что из-за внутреннего трения при изгибе на верхнем шкиве температура проволоки увеличивается на ΔT . Материал, из которого изготовлена проволока, имеет плотность ρ и удельную теплоёмкость c .



$$N_{\min} = \rho S v \Delta T$$

ЗАДАЧА 10. («Максвелл», 2018, РЭ, 8) Чайник с водой при температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$ нагрелся на газовой горелке до $t_1 = 40^\circ\text{C}$ за время $\tau_1 = 2$ мин. Желая ускорить нагрев, половину воды вылили, и ещё через $\tau_2 = 1$ мин температура воды достигла $t_2 = 55^\circ\text{C}$. Так как и это показалось медленным, вылили ещё половину оставшейся воды, но при этом случайно задели кран горелки, вдвое убавив её мощность. Через какое время τ_3 чайник всё-таки нагреется до $t_3 = 100^\circ\text{C}$? Потерями тепла в окружающую среду можно пренебречь.

$$\tau_3 = \tau_1 \left(\frac{t_3 - t_0}{t_2 - t_0} - \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0} \right) = 4.5 \text{ мин}$$

ЗАДАЧА 11. («Курчатов», 2014, 8–9) В калориметр со встроенным электронагревателем налили 50 мл воды при комнатной температуре. Затем электронагреватель включили на 10 минут. Температура воды повысилась на 12°C . Затем воду вылили, дождалась, пока калориметр остынет до комнатной температуры, залили в него 100 мл воды и снова включили электронагреватель на 10 минут. В этот раз температура воды повысилась на 8°C . Затем повторили то же самое, но со 150 мл воды. На сколько градусов повысилась температура воды в этом случае? Мощность электронагревателя постоянна, теплопотерями можно пренебречь.

$$9.6^\circ\text{C}$$

ЗАДАЧА 12. Вова собирается вскипятить воду объёмом V в двух электрических чайниках, мощности которых равны P_1 и P_2 . Какие объёмы воды нужно налить в каждый чайник, чтобы при одновременном включении они и закипели одновременно? Чему равно в этом случае время закипания, если начальная температура воды на Δt градусов меньше температуры кипения? Плотность и удельная теплоёмкость воды равны ρ и c соответственно.

$$V_1 = \frac{P_2}{P_1 + P_2} V, \quad V_2 = \frac{P_1}{P_1 + P_2} V, \quad \tau = \frac{c \rho V \Delta t}{P_1 + P_2}$$

Задача 13. (МОШ, 2014, 8) В распоряжении школьника Вовы имеется водопроводная вода температурой 20°C , чайник мощностью $P_1 = 1,2$ кВт и вместительностью 1,5 л, электрокипятильник мощностью $P_2 = 500$ Вт, а также большой калориметр, в котором требуется получить $V = 100$ л кипятка температурой 100°C . Как сделать это за наименьшее время? Вова предложил следующий план действий: нужно налить в калориметр некоторый начальный объём воды V_0 , опустить туда включённый кипятильник и одновременно кипятить воду в чайнике, доливая из него в калориметр порции кипятка по мере его готовности. Определите, каким должен быть начальный объём V_0 и за какое время τ удастся получить в калориметре 100 литров кипятка, действуя указанным способом. Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Теплоёмкостью калориметра, потерями теплоты в окружающую среду и временем, затраченным на наполнение чайника и выливание из него кипятка, можно пренебречь.

$$V_0 \approx \frac{cV}{\rho} \approx 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{}^\circ\text{C)} \cdot 100 \text{ л} \approx 420000 \text{ Дж} \approx 1,2 \text{ кВт} \cdot \tau \Rightarrow \tau \approx 350 \text{ с} \approx 5,8 \text{ мин}$$

Задача 14. (МОШ, 2016, 8) На кухне стоят две включённые (прогревшиеся) электроплитки мощностями 1 кВт и 2 кВт, а также есть один кипятильник мощностью 0,5 кВт (время его прогрева мало). Хозяйка заполняет водой три кастрюли, налив в них 1, 2 и 3 литра воды соответственно, и планирует как можно быстрее получить 6 литров кипятка. Начальная температура воды во всех кастрюлях одинакова и равна $+20^\circ\text{C}$. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$). Чему равно минимальное время, необходимое для получения кипятка? Опишите одну из возможных процедур манипуляций с кастрюлями, плитками и кипятильником, при которой это рекордное время достигается. Считайте, что вся теплота передается только воде. Временами, которые хозяйка тратит на перестановку кастрюль и перемещение кипятильника, можно пренебречь.

$$c = 4200$$

Задача 15. (МОШ, 2014, 8–11) Школьницы Алиса и Василиса провели несколько опытов по нагреванию воды, при этом каждая из девочек использовала имеющийся у неё кипятильник.

В первом опыте школьницы нагревали одинаковые кружки с водой, взятой из ведра со смесью воды и льда. Спустя 2 мин после начала опыта Алиса выключила свой кипятильник. Василиса, наблюдая за нагреванием воды в своей кружке, обнаружила, что спустя 2 мин вода у неё холоднее, чем у Алисы, а спустя 3 мин — теплее, чем у Алисы.

Во втором опыте Алиса и Василиса стали нагревать кружку с водой двумя кипятилниками сразу. Выяснилось, что за 15 мин вода ещё не доводится до кипения, а за 16 мин — точно доводится.

Масса воды в кружке 1 кг. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Теплоёмкостью кружки и потерями тепла можно пренебречь.

А) Какое количество теплоты потребовалось для доведения воды до кипения? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до целых.

В) Укажите минимальную при данных условиях мощность кипятилника Алисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

С) Укажите максимальную при данных условиях мощность кипятилника Алисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

Д) Укажите минимальную при данных условиях мощность кипятилника Василисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

Е) Укажите максимальную при данных условиях мощность кипятилника Василисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

A) 420; B) 219; C) 280; D) 175; E) 233

Задача 16. (МОШ, 2014, 8) Калорийность — это количество энергии, выделяемой человеком в результате поглощения того или иного продукта. Калория — внесистемная единица количества работы и энергии, равная количеству теплоты, необходимому для нагревания 1 грамма воды на 1 градус Цельсия при стандартном атмосферном давлении 101325 Па ($1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж}$). Количество калорий, необходимых человеку, зависит от выполняемой работы, от физической активности, от пола, возраста, и даже от географической широты (холодный или жаркий климат).

Надеемся, что все помнят, как ранним утром Винни-Пух и Пятачок зашли в гости к Кролику. Воспитанный Кролик пригласил друзей к столу. Винни-Пух, обрадовавшись такому предложению, согласился (чтобы не обижать Кролика) и протиснулся по узкому проходу внутрь дома. Когда в какой-то момент запасы мёда и малинового варенья Кролика закончились, Винни-Пух решил, что настало то время, когда нужно поблагодарить хозяина и возвращаться домой. Однако... домой Винни-Пух сразу не попал, так как застрял в узком проходе к двери Кролика.

Допустим, что при своей начальной массе, равной 20 кг, Винни-Пух съел 3 банки мёда по 1,5 кг каждая и 6 банок малинового варенья по 500 г каждая. Калорийность 100 г мёда равна 314 ккал, а калорийность 100 г малинового варенья — 271,4 ккал. Энергетические затраты организма во время сна равны энергетическим затратам организма во время спокойного отдыха лёжа и составляют $3977,46 \text{ Дж/час}$ на 1 килограмм массы тела; эта величина при пении равна $7285,032 \text{ Дж/час}$ на килограмм массы тела, а при чтении вслух — $5066,028 \text{ Дж/час}$ на килограмм массы тела.

Пусть Винни-Пух 8 часов в сутки спит, а остальное время — лежит, половину времени напевая, а другую половину декламируя свои «пыхтелки» — а что ещё остается ему делать? Так сколько же суток придется Винни-Пуху ждать таким необычным образом счастливого момента своего освобождения из норы Кролика?

Получено 38 баллов