

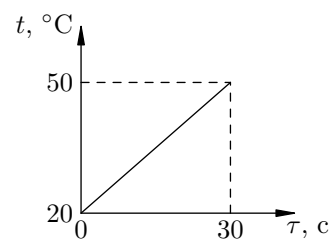
## Количество теплоты

ЗАДАЧА 1. Литр воды нагрелся в электрическом чайнике за одну минуту с  $10^\circ\text{C}$  до  $30^\circ\text{C}$ . 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.

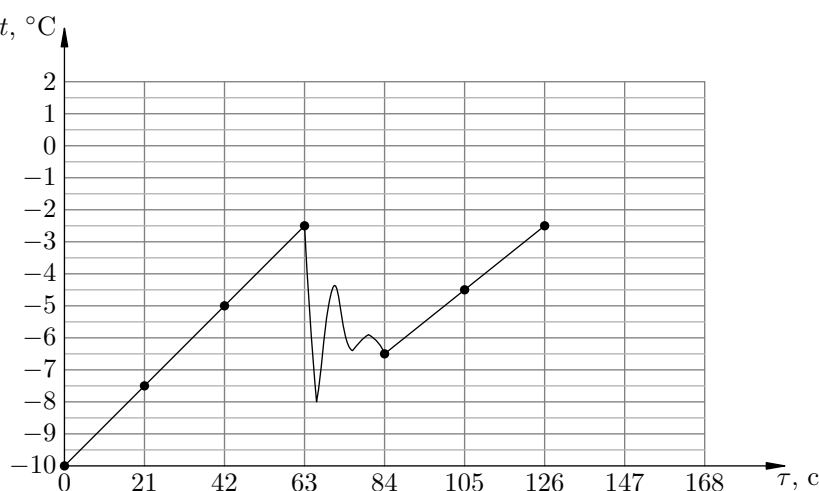


$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$

ЗАДАЧА 3. (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  $9^{00}$  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  $c = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ .

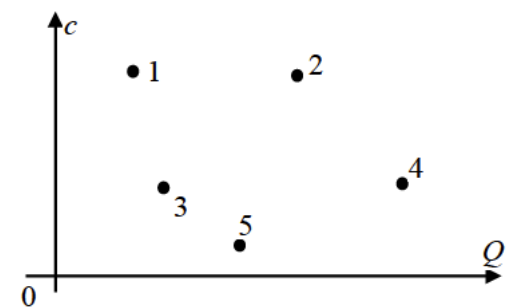


Мощность печи 125 Вт, масса добавленного снега 125 г

Задача 4. (МОШ, 2008, 8) Школьник Вася проводит дома физический эксперимент, а его младший брат Петя пытается ему помочь. Вася налил в банку  $V = 1$  л воды при температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , поместил в воду кипятильник мощностью  $P = 1$  кВт, включил его и вышел в соседнюю комнату поговорить по телефону с одноклассником. Вернувшись через  $\tau = 5$  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  $c = 4,2$  кДж/(кг  $\cdot$   $^\circ\text{C}$ ), плотность воды  $\rho = 1$  кг/л. Теплоёмкостями банки и кипятильника, а также потерями теплоты пренебречь.

$$Q_{\text{з}} = \frac{d}{(t_2 - t_1) \rho V} - P \tau = x \tau$$

Задача 5. («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?

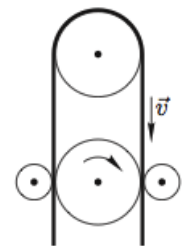
**Примечание!** Применять свои линейки для нанесения на график масштаба нельзя. Подобные решения будут оценены в ноль баллов.

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{m} = x \cdot Q$$

Задача 6. («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  $c$ .

$$c_{\text{ср}} = \frac{Q}{m} = x \cdot c$$

Задача 7. (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  $N_{\text{min}}$  мотора, необходимую для протягивания проволоки со скоростью  $v$ , если известно, что из-за внутреннего трения при изгибе на верхнем шкиве температура проволоки увеличивается на  $\Delta T$ . Материал, из которого изготовлена проволока, имеет плотность  $\rho$  и удельную теплоёмкость  $c$ .



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

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

848

ЗАДАЧА 9. («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  $\tau_3$  чайник всё-таки нагреется до  $t_3 = 100^\circ\text{C}$ ? Потерями тепла в окружающую среду можно пренебречь.

$\tau_3 = 4,5$  мин

ЗАДАЧА 10. («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  $12^\circ\text{C}$ . Затем воду вылили, дождались, 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  $8^\circ\text{C}$ . 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.

на  $6^\circ\text{C}$

ЗАДАЧА 11. 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  $\Delta t$  градусов меньше температуры кипения? Плотность и удельная теплоёмкость воды равны  $\rho$  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 12. (МОШ, 2014, 8) В распоряжении школьника Вовы имеется водопроводная вода температурой  $20^\circ\text{C}$ , чайник мощностью  $P_1 = 1,2$  кВт и вместительностью 1,5 л, электрокипяtilьник мощностью  $P_2 = 500$  Вт, а также большой калориметр, в котором требуется получить  $V = 100$  л кипятка температурой  $100^\circ\text{C}$ . Как сделать это за наименьшее время? Вова предложил следующий план действий: нужно налить в калориметр некоторый начальный объём воды  $V_0$ , опустить туда включённый кипяtilьник 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  $\tau$  удастся получить в калориметре 100 литров кипятка, действуя указанным способом. Удельная теплоёмкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг · °C), плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>. Теплоёмкостью калориметра, потерями теплоты в окружающую среду и временем, затраченным на наполнение чайника и выливание из него кипятка, можно пренебречь.

$$V_0 = 29,4 \text{ л}; \quad \tau \approx 29,4 \text{ мин}; \quad \frac{P_2}{P_1 + P_2} V \approx 0,29 \text{ л}$$

Задача 13. (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  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ . 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.

5765

Задача 14. (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 кипятильниками 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 кипятильника Алисы. Ответ представьте в ваттах и округлите до целых.

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

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

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

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

Задача 15. (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  $101325 \text{ Па}$  ( $1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж}$ ). 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 Дж/час на 1 килограмм массы тела; эта величина при пении равна 7285,032 Дж/час на килограмм массы тела, а при чтении вслух — 5066,028 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?

Почти 38 суток