

Теплопроводность

ЗАДАЧА 1. Литр воды остывает на 5°C за 5 минут. Найдите мощность теплоотдачи. Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{cm\Delta T}{t} = \dots$$

ЗАДАЧА 2. («Росатом», 2014, 8–9) В сосуд с горячей водой массой $m = 0,5 \text{ кг}$ опустили работающий нагреватель. В результате температура воды повысилась на $\Delta T = 1^\circ\text{C}$ за время $t_1 = 100 \text{ с}$. Если бы воду не нагревали, то её температура понизилась бы на ту же величину ΔT за время $t_2 = 200 \text{ с}$. Какова мощность нагревателя? Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, теплоёмкостью сосуда пренебречь.

$$P = cm\Delta T \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) = \dots$$

ЗАДАЧА 3. Температура воздуха на улице равна 4°C . На улицу из помещения выносят два одинаковых стакана воды: первый — при температуре 20°C , второй — при температуре 100°C . Во сколько раз быстрее начнёт отдавать тепло второй стакан? Мощность теплоотдачи пропорциональна разности температур стакана и окружающей среды.

$$P \propto \Delta T$$

ЗАДАЧА 4. (МОШ, 2013, 8) Школьник Владислав исследует охлаждение воды в стакане на морозе. Владислав заметил, что охлаждение от температуры 91°C до 89°C происходит за 3 минуты, а от температуры 31°C до 29°C — за 6 минут. Чему равна температура окружающей среды? Считайте, что мощность теплоотдачи пропорциональна разности температур стакана и окружающей среды.

$$P \propto \Delta T$$

ЗАДАЧА 5. (МОШ, 1998, 8) Школьник утром вскипятит чайник и стал его остужать, чтобы успеть попить чай до ухода в школу. Он обнаружил, что температура чайника понизилась со 100°C до 95°C за 5 минут, пока чайник стоял на столе на кухне, где температура воздуха была 20°C . Школьник решил ускорить остывание чайника, для чего засунул его в холодильник, где температура составляла 0°C . При этом температура чайника понизилась от 95°C до 90°C за 4 мин 12 сек. Решив ещё ускорить остывание, школьник выставил чайник за окно, на улицу, где температура была равна -20°C . За сколько времени чайник остынет на улице от 90°C до 85°C ?

$$P \propto \Delta T$$

ЗАДАЧА 6. («Курчатов», 2018, 8) Алюминиевый куб с длиной ребра a нагрели до температуры 180°C и положили на стол, не проводящий тепло, в большой комнате. Одновременно с этим, рядом на соседний такой же стол положили алюминиевый куб с длиной ребра $2a$, который был нагрет до 200°C . Через какое-то время маленький куб остыл до температуры 120°C . Какая температура будет в этот момент времени у большого кубика?

$$P \propto \Delta T$$

Задача 7. (МОШ, 2000, 8) Горячий суп, налитый доверху в большую тарелку, охлаждается до температуры, при которой его можно есть без риска обжечься, за время $t = 20$ мин. Через какое время можно будет есть суп с той же начальной температурой, если разлить его по маленьким тарелкам, которые также заполнены доверху и подобны большой? Известно, что суп из большой тарелки помещается в $n = 8$ маленьких, и что количество тепла, отдаваемое в единицу времени с единицы поверхности каждой тарелки, пропорционально разности температур супа и окружающей среды.

$$t_{\text{маленькая}} = \frac{t}{8}$$

Задача 8. (МОШ, 2001, 8) На краю крыши висят сосульки конической формы, геометрически подобные друг другу, но разной длины. После резкого потепления от $T_1 = 0^\circ\text{C}$ до $T_2 = 10^\circ\text{C}$ самая маленькая сосулька длиной $l = 10$ см растаяла за время $t = 2$ часа. За какое время растает большая сосулька длиной $L = 30$ см, если внешние условия не изменятся?

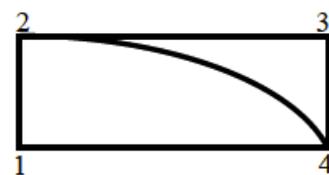
$$t = 18 \text{ часов}$$

Задача 9. (МОШ, 2016, 8) Папа решил взять с собой Васю на зимнюю рыбалку. В инвентаре папы оказалось два лишних свинцовых грузила одинаковой массой. Первое представляло собой кубик, а второе — цилиндр, высота которого равна длине ребра кубика. К середине одной из граней кубика и к центру одного из оснований цилиндра были прикреплены маленькие крючки. В какой-то момент Васе стало скучно, и он начал экспериментировать с этими грузилами. Вася привязал к крючкам нитки, повесил грузила за эти нитки и заклеил верхние и нижние поверхности грузил изоляционной лентой, которая плохо проводит теплоту. После этого Вася нагрел на походной газовой горелке воду в миске, опустил в нее свинцовый кубик, дождался его полного прогревания до 80°C и после этого погрузил кубик в прорубь. Оказалось, что кубик охладился до температуры $36,6^\circ\text{C}$ за 30 секунд. Затем Вася нагрел тем же способом до той же температуры цилиндрическое грузило и тоже погрузил его в прорубь. За какое время оно охладится до температуры $36,6^\circ\text{C}$?

Справка: объём цилиндра равен произведению площади его основания на высоту.

$$t = 30 \text{ с}$$

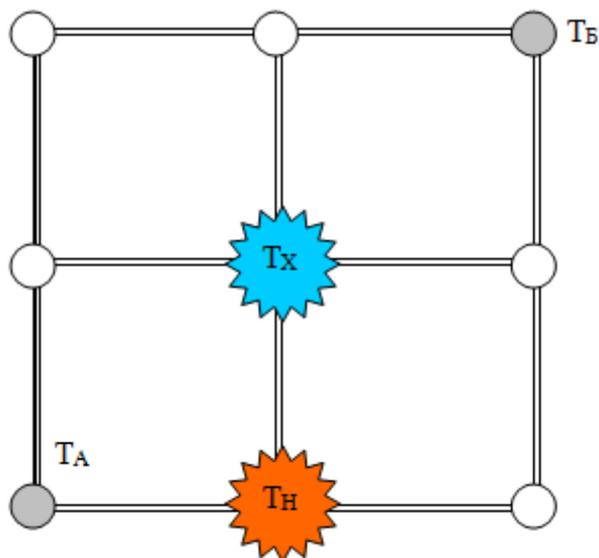
Задача 10. («Росатом», 2018, 8, 10) Имеется прямоугольник 1234 , изготовленный из металлических стержней одинакового материала и одинакового сечения, причём длины сторон прямоугольника относятся как $12 : 14 = 1 : 2$. Вершины 2 и 4 связаны таким же (но кривым) стержнем с длиной, втрое большей длины стержня 12 . Температуры вершин 1 и 3 поддерживаются постоянными и равными $t_1 = 100^\circ\text{C}$, $t_3 = 0^\circ\text{C}$. Найти температуры вершин 2 и 4 .



Указание. Тепловой поток между точками, температуры которых поддерживаются постоянными, пропорционален разности температур точек, обратно пропорционален расстоянию между ними и коэффициенту теплопроводности среды между ними (закон Фурье). Считать, что боковые поверхности стержней теплоизолированы.

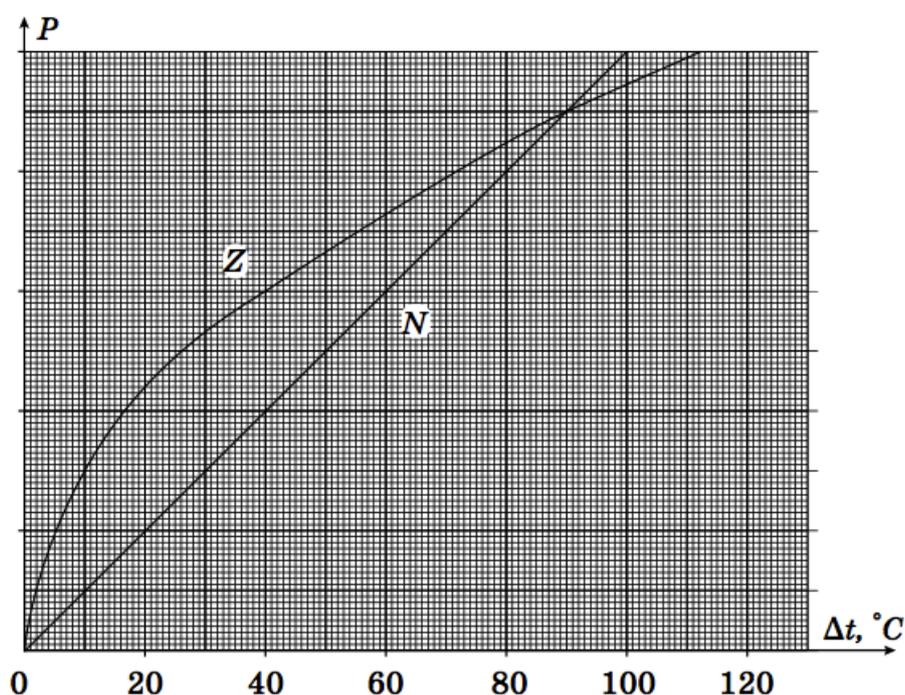
$$t_2 = 61,5^\circ\text{C}; t_4 = 38,5^\circ\text{C}$$

ЗАДАЧА 11. («Физтех», 2014, 8–9) Система охлаждения нагревателя состоит из нескольких одинаковых теплопроводящих стержней, соединённых небольшими шариками. Температура нагревателя 70°C , температура холодильника 35°C . Чему равна разность температур шарика А и шарика Б ($T_A - T_B$) в установившемся режиме? Ответ дать в градусах $^\circ\text{C}$. Если ответ не целый, то округлить до десятых. Теплопроводящая система теплоизолирована. Приток тепла осуществляется только от нагревателя, а отвод только через холодильник. Считать, что мощность теплопередачи через стержень пропорциональна разности температур на его концах.



91

ЗАДАЧА 12. («Максвелл», 2018, финал, 8) Экспериментатор Глюк создал в своей лаборатории уникальный Z -тепловод, зависимость мощности теплового потока P через который от разности температур Δt на его концах приведена на рисунке. Для сравнения, на том же графике приведена зависимость мощности теплового потока через обычный N -тепловод.



Если два термостата с постоянными температурами $t_1 = 0^\circ\text{C}$ и $t_2 = 100^\circ\text{C}$ соединить N -тепловодом, то по нему пойдет тепловой поток мощностью $P_1 = 100$ Вт. Определите мощность теплового потока:

- 1) P_2 через два N -тепловода, соединённые последовательно.
- 2) P_3 между термостатами через Z -тепловод.
- 3) P_4 через два Z -тепловода, соединённые последовательно.
- 4) P_5 через Z и N -тепловоды, соединённые последовательно. Какая в этом случае может быть температура в месте соединения теплопроводов друг с другом?

$P_2 = 50$ Вт; $P_3 = 94$ Вт; $P_4 = 67$ Вт; $P_5 = 60$ Вт; 40°C или 60°C
