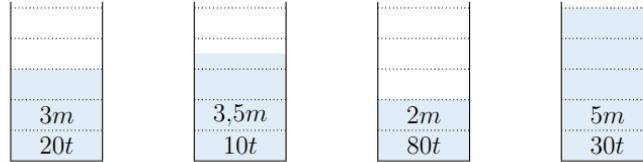


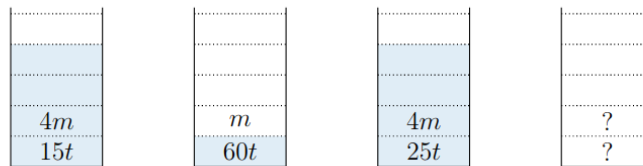
Тепло

1. В четырех теплоизолированных стаканах находилось некоторое количество одинаковой жидкости при разных температурах, выраженных в градусах Цельсия (см. рисунок). После проведения эксперимента, связанного только с переливанием и смешиванием содержимого стаканов, в них оказались новые количества жидкости с новыми температурами. Какое количество жидкости и при какой температуре окажется в четвертом стакане?

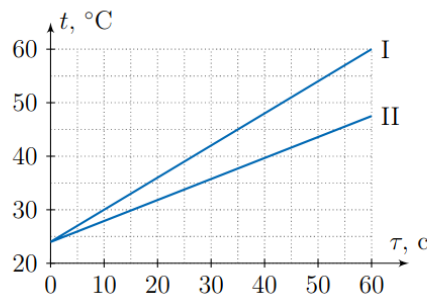
Было:



Стало:

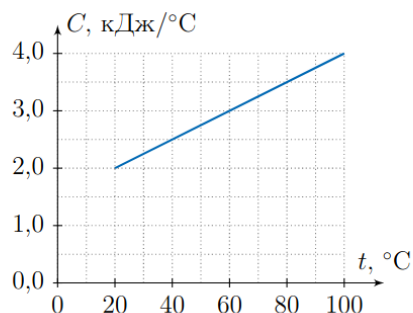


2. Экспериментатор Глюк исследовал тепловые свойства жидкостей. Он налил $m = 100$ г глицерина в калориметр с подогревом и включил прибор в сеть. Результат эксперимента приведен на графике I. На следующий день Глюк долил в калориметр еще некоторое количество глицерина и повторил измерения (график II на том же рисунке). Какую массу глицерина долил Глюк?



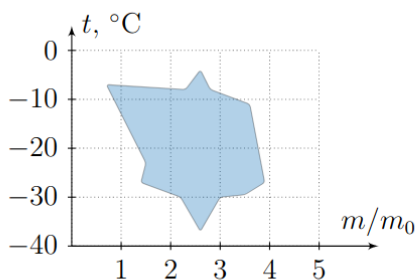
3. Петя поставил чайник с водой при температуре $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ на газовую горелку. Через $\tau_1 = 2$ мин чайник нагрелся до $t_1 = 40^{\circ}\text{C}$. Желая ускорить нагрев, Петя вылил половину воды, и еще через $\tau_2 = 1$ мин температура воды достигла $t_2 = 55^{\circ}\text{C}$. «Медленно», — подумал Петя, и снова вылил половину оставшейся воды. При этом случайно задев рукоятку, он убавил мощность горелки вдвое. Через какое время τ_3 чайник все-таки нагреется до $t_3 = 100^{\circ}\text{C}$?
4. В бассейн по трубе со встроенным нагревателем мощностью $P = 20$ кВт подается вода с начальной температурой $t = 12^{\circ}\text{C}$. В первый раз в пустой бассейн вода поступает в течении $\tau = 21$ мин, при температуре $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$. Во второй раз, в бассейне изначально уже было некоторое количество воды при температуре $t_0 = 15^{\circ}\text{C}$, но его опять заполняют в течении времени τ . На этот раз температура воды после заполнения оказалась равной $t_2 = 30^{\circ}\text{C}$. Какой объем воды изначально был в бассейне во втором случае?

5. Теплоемкость некоторого тела изменяется от $C_1 = 2,0$ кДж/°С до $C_2 = 4,0$ кДж/°С при изменении его температуры от $t_1 = 20$ °С до $t_2 = 100$ °С по линейному закону (см. рисунок). Найдите зависимость температуры тела от времени при его нагревании от температуры t_1 нагревателем постоянной мощностью $P = 1,0$ кВт.

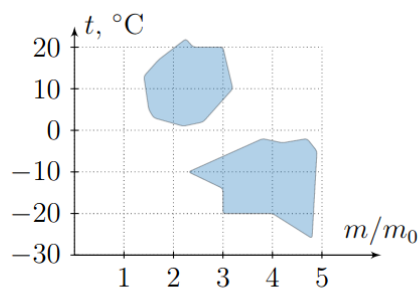


Фазовые переходы

6. Определите, какая максимальная масса m водяного пара, взятого при температуре 100 °С, может быть пущена на нагревание до температуры плавления находящегося в калориметре льда (не вызывая его плавления). Точная масса льда и его начальная температура не известны, но эти значения могут лежать в выделенной на диаграмме области. Масса льда m на диаграмме приведена в условных единицах, показывающих, во сколько раз масса льда меньше, чем $m_0 = 1$ кг.

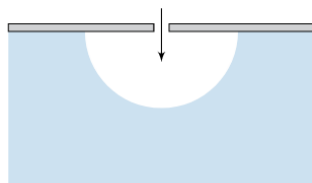


к задаче 29

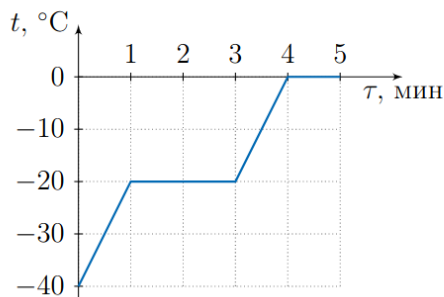


к задаче 30

7. В калориметре смешали некоторое количество воды и льда. Их массы и начальные температуры неизвестны, но эти значения лежат в выделенных на диаграмме областях. Найдите максимальное количество теплоты, которое могло быть передано льду водой, если после завершения теплообмена масса льда не изменилась. Определите возможную массу содержимого калориметра в этом случае. Массы воды и льда на диаграмме приведены в условных единицах, показывающих во сколько раз они меньше, чем $m_0 = 1$ кг.
8. В большой льдине с температурой 0 °С сделали лунку объемом $V_0 = 1000$ см³ и прикрыли ее теплоизолирующей крышкой с небольшим отверстием (см. рисунок). Какую максимальную массу m воды при температуре 100 °С можно влить в лунку?



9. В калориметр с нагревателем постоянной мощности поместили одинаковые массы $m = 1$ кг льда и несмешивающегося с водой легкоплавкого вещества, взятые при температуре $t = -40^\circ\text{C}$. Зависимость температуры содержимого калориметра от времени τ показана на рисунке. Удельная теплоемкость твердого вещества $c = 10^3$ Дж/(кг·C). Найдите удельную теплоту плавления λ вещества и его удельную теплоемкость c_1 в расплавленном состоянии.



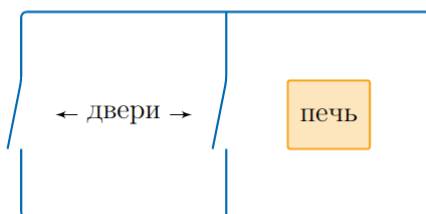
10. В сосуде, из которого непрерывно откачивают газ, находилось некоторое количество воды при 0°C . За счет интенсивного испарения стало происходить постепенное замораживание воды. Какая доля β первоначального количества воды может быть обращена в лед таким способом?

Примечание. Процесс возгонки (испарение твердого тела, минуя жидкое состояние) не учитывать. Удельная теплота парообразования воды L и ее удельная теплота кристаллизации λ связаны соотношением $L/\lambda = 6,7$.

11. Плоская льдинка плавает в сосуде с водой. Вся система находится при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Минимальная масса груза, который необходимо положить на льдинку, чтобы она полностью погрузилась в воду, равна $m_1 = 100$ г. Если эту льдинку охладить до температуры t_1 и снова положить в тот же сосуд с водой, по-прежнему находящимися при температуре t_0 , то после установления теплового равновесия для полного погружения льдинки в воду на нее необходимо положить груз массой $m_2 = 110$ г. До какой температуры t_1 охладили льдинку?

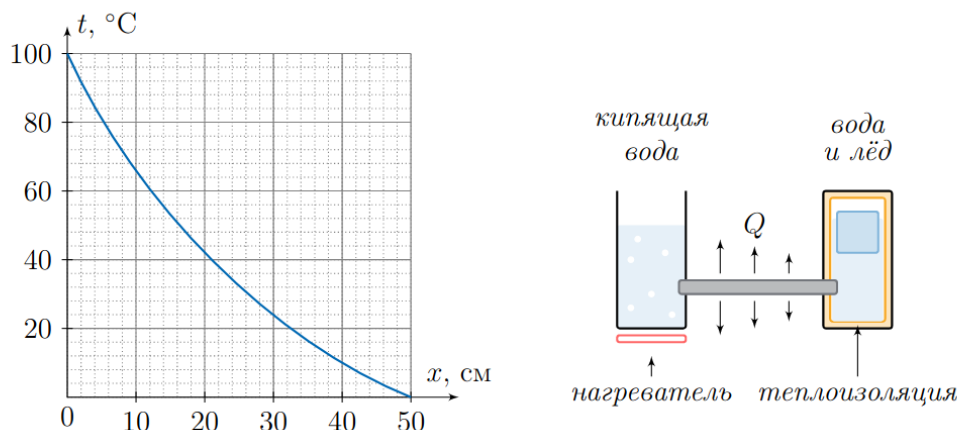
Теплопроводность

12. Стены, крыша и пол в доме хорошо теплоизолированы. Проводят тепло только двери. В комнате установлена печь, выделяющая постоянную мощность P (см. рисунок). Если дверь между комнатой и прихожей открыта, а на улицу закрыта, то во всем доме устанавливается температура $t = 8^\circ\text{C}$. Какая температура установится в комнате и прихожей, если закрыть обе двери? Температура воздуха на улице $t_0 = -10^\circ\text{C}$.

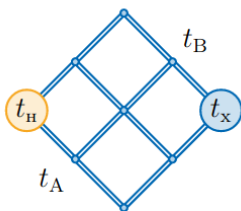


13. В небольшой чайник налита доверху теплая вода ($t_1 = 30^\circ\text{C}$). Чайник остывает на 1°C за время $\tau = 5$ мин. Для того чтобы чайник не остыл, в него капают горячую воду ($t_2 = 45^\circ\text{C}$). Масса одной капли $m_k = 0,2$ г. Сколько капель в минуту должно капать в чайник, чтобы поддерживалась температура равная 30°C ? Считайте, что температура воды в чайнике выравнивается очень быстро. Лишняя вода выливается из носика. В чайник помещается $V = 0,3$ л воды. Температура окружающего воздуха $t_0 = 20^\circ\text{C}$.

14. Сосуды с кипящей водой и смесью воды и льда соединены однородным стержнем постоянного сечения длиной $L = 50$ см, по которому тепловая энергия передается от кипящей воды тающему льду. Стержень не теплоизолирован, поэтому часть энергии рассеивается через его боковую поверхность в окружающую среду. Стрелками на рисунке изображены направления тепловых потоков. На графике показано распределение температуры вдоль стержня в установившемся состоянии. Определите, какая доля тепловой энергии, поступающей слева от кипящей воды, рассеивается в окружающее пространство. Во сколько раз быстрее растает весь лед во втором сосуде, если поверхность стержня покрыть теплоизолирующим слоем? *Примечание:* Мощность теплопередачи N через слой вещества толщиной h пропорциональна разности температур Δt между поверхностями, ограничивающими слой, и обратно пропорциональна его толщине: $N = k\Delta t/h$.

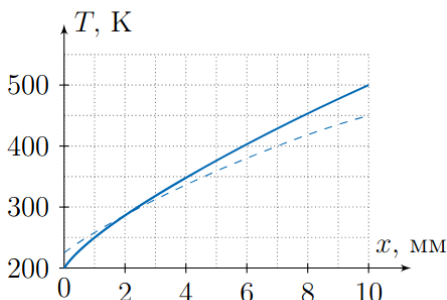


15. Система отвода тепла от нагревателя состоит из нескольких одинаковых теплопроводящих стержней, соединенных друг с другом, как показано на рисунке. Температура нагревателя $t_n = 90^\circ\text{C}$, температура холодильника $t_x = 0^\circ\text{C}$. Чему равна разность температур $t_A - t_B$ стыков A и B в установившемся режиме? Приток тепла в системе осуществляется только за счет нагревателя, а отвод — только за счет холодильника.



16. В теплоизолирующей трубке постоянного сечения с одной стороны находится лед, и поддерживается температура $t_1 = -1^\circ\text{C}$, а с другой — вода, и поддерживается температура $t_2 = +1^\circ\text{C}$. Какая часть трубки (по длине) занята водой, а какая — льдом в установившемся состоянии? Коэффициент теплопроводности воды $k_1 = 0,63$ Вт/(м·°C), льда $k_2 = 2,2$ Вт/(м·°C).

Примечание. Коэффициент теплопроводности k — это коэффициент пропорциональности в формуле $Q = kS\tau\Delta t/l$, где S — площадь поперечного сечения трубки, l — ее длина, Δt — разность температур на концах, τ — время процесса теплообмена, а Q — количество теплоты, переданное от одного конца трубки к другому.



Ответы

1) $4,5m; 41t$

2) 50 г

3) $4,5 \text{ мин}$

4) 10 м^3

5) $t = t_1 - \alpha C_1 \left[1 - \sqrt{1 + \frac{2P\tau}{\alpha C_1^2}} \right],$
где $\alpha = \frac{t_2 - t_1}{C_2 - C_1}$

6) $7,7 \text{ г}$

7) $7 \text{ кДж}; 0,33 \text{ кг} \leq m \leq 0,50 \text{ кг}$

8) $1,2 \text{ кг}$

9) $124 \text{ кДж/кг}; 1000 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{C)}$

10) $0,87$

11) -16°C

12) $26^\circ\text{C}, 8^\circ\text{C}$

13) 20 капель

14) $\alpha = 0,84; \text{ в } 2,5 \text{ раза}$

15) $t_A - t_B = 30^\circ\text{C}$

16) $\alpha_{\text{в}} = 0,22; \alpha_{\text{л}} = 0,78$