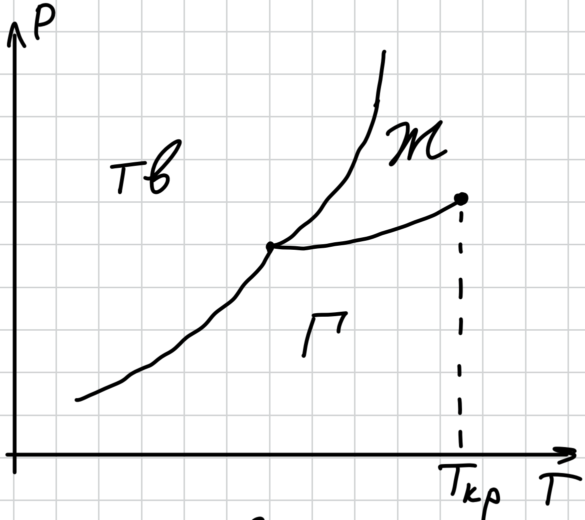
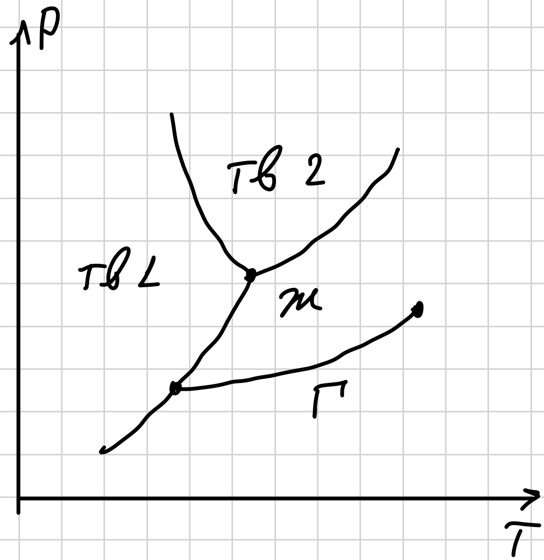
+ ×

− ÷

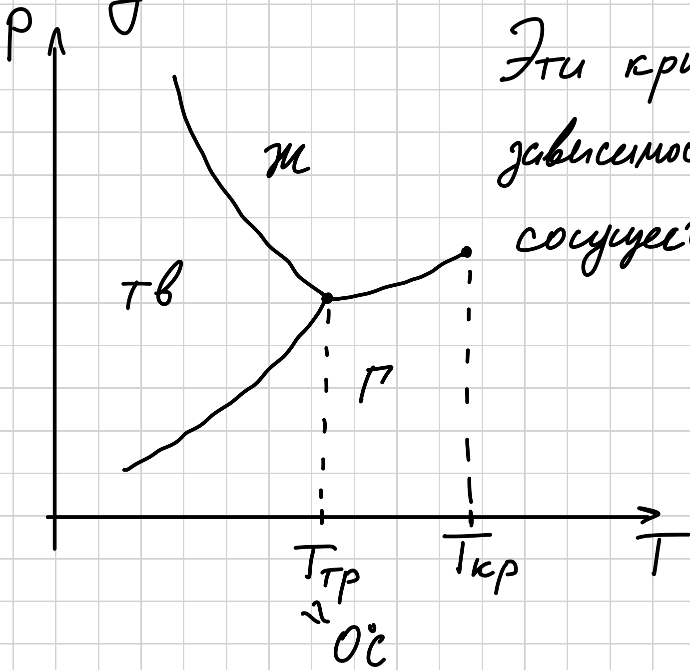
Немного про фазовые диаграммы:

"Обычное в-во"





Вода:

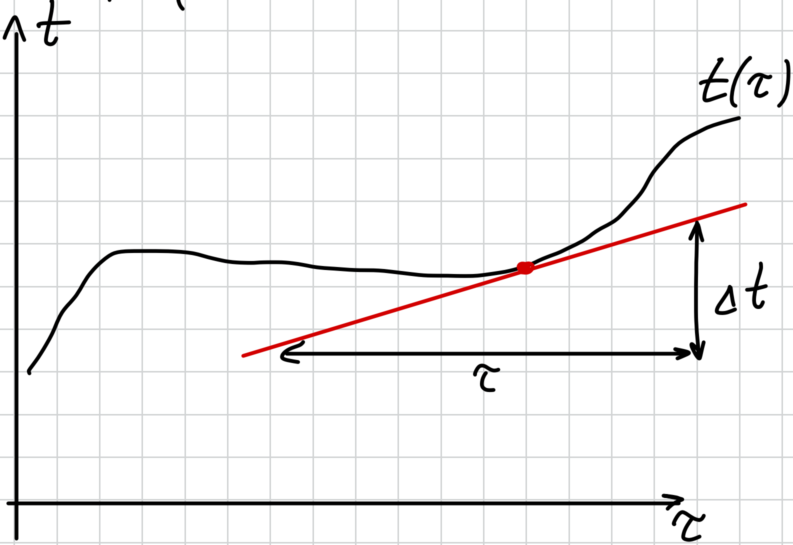


Эти кривые отображают зависимость $P(T)$, где сосуществует несколько фаз

Вспомним ф-лы, которые мы знаем

$Q = cm\Delta t = C\Delta t = P\tau$

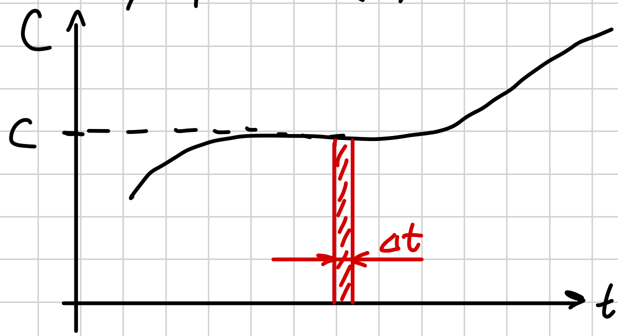
Рассмотрим график $t(\tau)$:



Что можно полезное вынести из графика?

$P\tau = cm\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{P}{cm}\tau \Rightarrow$ т.е. коэф-т наклона прямой $k = \frac{P}{cm}$, т.е. если $c = const$, $m = const$, то $k \sim P$!

Рассмотрим график $c(t)$



Площадь прямоугольника:

$$S = C\Delta t \sim \Delta Q \,!$$

№1

Экспериментатор Глюк исследовал тепловые свойства жидкости — он налил 100 грамм глицерина в калориметр с подогревом и включил прибор в сеть. Результат эксперимента приведен на графике 1. На следующий день он долил еще некоторое количество глицерина и повторил измерения (график 2)
Какую массу глицерина он долил

$m = 100$ гр

$\Delta m - ?$

1) Нагреватель в случаях I и II один и тот же

$\Rightarrow P = const$

$$Q = cm\Delta t = P\tau$$

$$\Delta t = \frac{P}{cm}\tau$$

коэф-т наклона

2) Найдем из графиков коэф-ты наклона:

$$K_I = \frac{60-20}{60} = \frac{2}{3} = \frac{P}{cm_1}$$

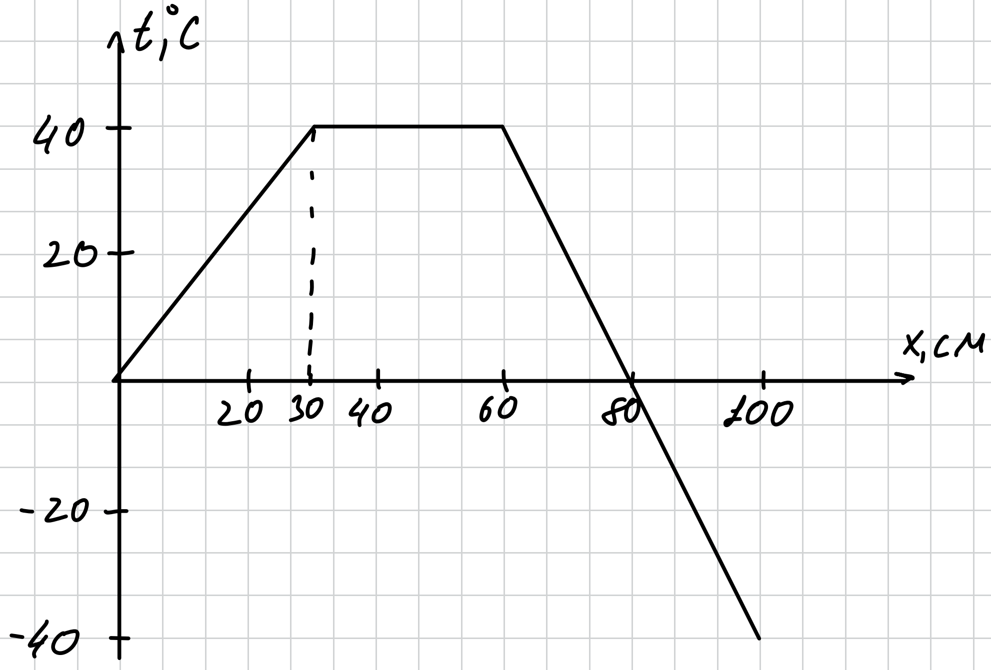
$$K_{II} = \frac{40-20}{40} = \frac{1}{2} = \frac{P}{cm_2}$$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{4}{3} \Rightarrow \Delta m = m_2 - m_1 = \frac{1}{3} m_1 = 33{,}3 \text{ г}$$

№2

На рисунке показано распределение температуры вдоль тонкого однородного стержня длиной 100 см.
Какой станет его температура после прекращения теплообмена



1) Рассмотрим кусочек стержня Δm:

$$\Delta Q = c\Delta m(t_к - t_н)$$

$$\Delta Q = c\rho S \Delta x (t_к - t_н) = c\rho S \Delta x t_к - c\rho S \Delta x t_н \quad (*)$$

Т.е. $t \cdot \Delta x \sim \Delta Q \Leftrightarrow$ теплота есть площадь под графиком.

2) Чтобы найти установившуюся температуру $t_к$ просуммируем все Δx в $(*)$, учитывая что $\sum_{i=1}^{n} \Delta Q_i = 0$

$$0 = c\rho S \sum_{i=1}^{n} \Delta x_i t_к - c\rho S \sum_{i=1}^{n} \Delta x_i t_{н_i}$$

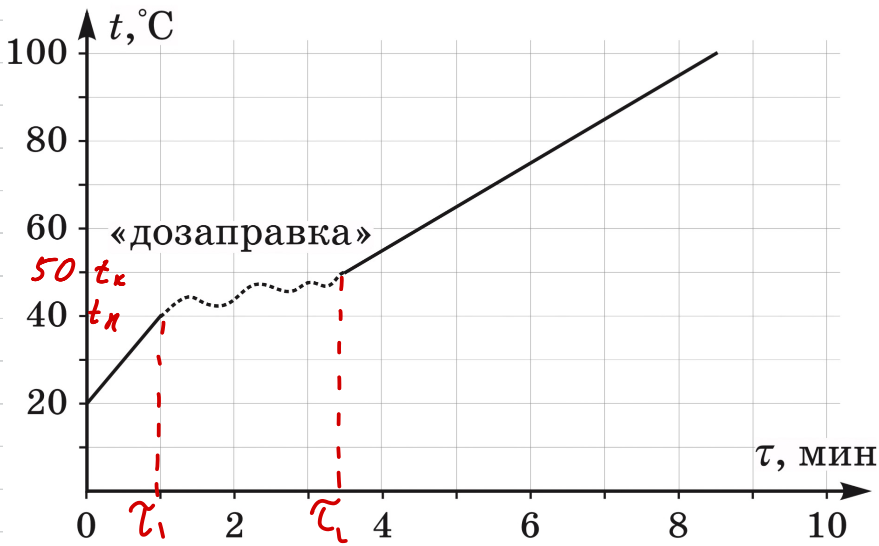
$$0 = c\rho S t_к \underbrace{\sum \Delta x_i}_{L} - c\rho S \underbrace{\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i t_{н_i}}_{\text{площадь под графиком}}$$

$$t_к = \frac{S_{площадь}}{L}$$

Причем площадь под осью Ox берется со знаком "$-$", т.к. там $t_{н_i} < 0$!

№4

Теоретик Баг взял теплоизолированный чайник с миниатюр ным термометром и включил его в сеть. Через время τ1 = 1 мин, когда вода нагрелась до t1 = 40 °C, Баг стал доливать в чайник холод ную воду, и в момент τ2 = 3,5 мин, когда температура воды достигла t = 50 °C, он закончил дозаправку. На рисунке изображен график зависимости температуры воды в чайнике от времени. Определите температуру t доливаемой воды. Считайте, что вода быстро перемешивается. Теплоемкостью чайника можно пренебречь.



1) Как мы помним:

$$\Delta t = \frac{P}{cm}\tau$$

2) P, c = const – до и после "дозаправки", тогда:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{m_2}{m_1}, \qquad K_1 = 20\,\frac{^\circ C}{мин},\; K_2 = 10\,\frac{^\circ C}{мин} \quad \Rightarrow m_2 = 2m_1$$

3) Запишем УТБ для промежутка времени, когда добавлялась вода:

$$P(\tau_2-\tau_1)=cm_1(t_к-t_н)+cm_2(t_к-t) \quad (1)$$

4) P мы не знаем – запишем УТС до заправки:

$$P\tau_1=cm_1\cdot 20°C \quad (2)$$

5) Поделим (1) на (2):

$$\frac{\tau_2-\tau_1}{\tau_1}=\frac{t_к-t_н}{20°C}+2\cdot\frac{t_к-t}{20°C}$$

$$t=\ldots$$

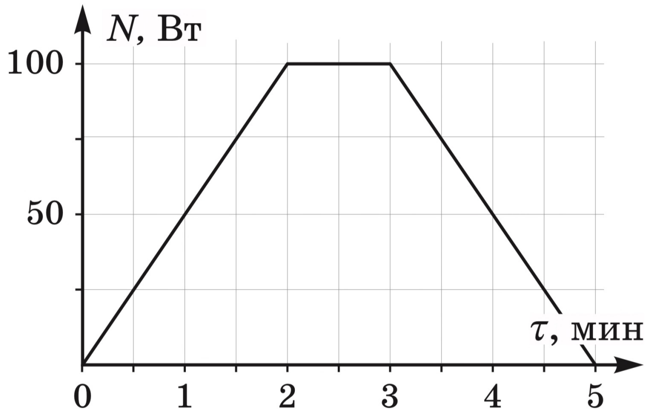
№5

В самоваре включают внутренний нагреватель, график зависимости которого от времени приведен на рисунке. В результате самовар нагревается до максимальной температуры 80 градусов Цельсия. Максимальная скорость роста температуры достигала значения 0,2 градуса Цельсия в секунду
Найдите общее количество теплоты,выделившееся на нагревателе, и начальную температуру самовара

$t_{max}=80°C$

$\gamma=0{,}2\ \frac{°C}{c}$

$Q_0-?,\ t_н-?$



1) Разберемся, что такое γ:

$$N\tau = cm\Delta t$$

$$N = \frac{\Delta t}{\tau} cm = \gamma cm$$

$$\gamma = \frac{N}{cm}$$

$c = const$, $m = const \Rightarrow \gamma \to max \Leftrightarrow N \to max$, т.е когда $N = 100$ Вт:

$$m = \frac{N}{c\gamma}$$

2) Площадь под графиком (опять выделяем прямоугольник $\Rightarrow N\Delta\tau = \Delta Q$) $= Q_0$

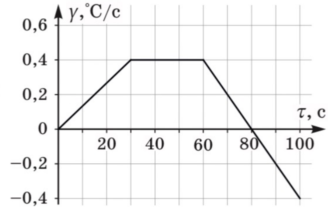
$$Q_0 = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} \cdot N = 18\text{ кДж}$$

3) Найдем начальную температуру, используя УТБ:

$$Q_0 = cm(t_{max} - t_н)$$

$$t_н = t_{max} - \frac{Q_0}{cm} = \ldots = 36^\circ C$$

6. В теплоизолированную установку, которая может работать как в режиме нагревателя, так и в режиме холодильника переменной мощности, помещают $m = 1$ кг воды при температуре 20 °С. График зависимости скорости изменения температуры воды от времени после включения установки приведен на рисунке. Определите:



- максимальную мощность нагревателя в эксперименте;
- максимальную температуру, до которой нагревалась вода;
- конечную температуру воды;
- количество теплоты, отведенное от воды за время, когда установка работала в режиме холодильника.

1) Аналогично предыдущей задаче:

$$P = cm\gamma$$

$\Rightarrow P \to max \Leftrightarrow \gamma \to max$, т.е. : $\gamma = 0,4 \frac{°C}{c}$

$$P_{max} = 0,4 \cdot 4200 \cdot 0,4 = 1680 \text{ Вт}$$

2) Площадь под графиком: $\gamma \Delta\tau = \Delta t$, причем, когда $\gamma > 0$ — t — растет $\Rightarrow t_{max}$ через 80 секунд

$$t_{max} = t_0 + \frac{30+80}{2} \cdot 0,4 = 42 °C$$

3) При $\gamma < 0$ — температура уменьшается:

$$\Delta t_- = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 0,4 = 4 °C$$

Тогда конечная температура

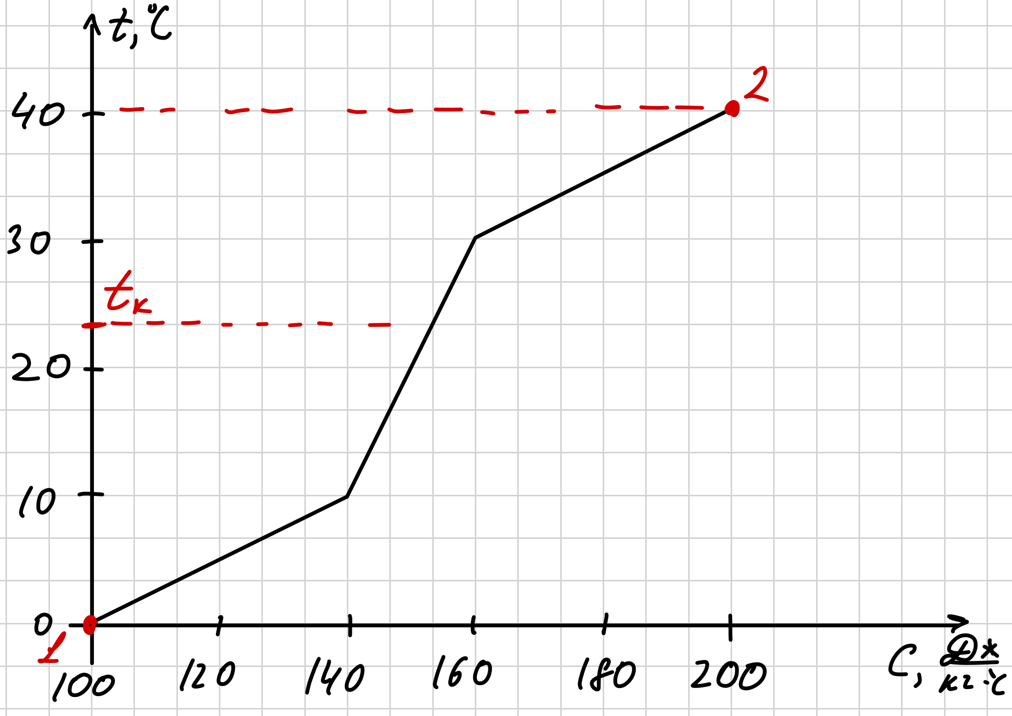
$$t_{кон} = (42 - 4) °C = 38 °C$$

4) Установка работала в режиме холодильника, когда $\gamma < 0$:

$$Q_x = cm\Delta t_- = 4200 \cdot 4 = 16{,}8 \text{ кДж}$$

№ 7

Теплоемкость неполитропена изменяется в зависимости от его температуры в соответствии с приведенным графиком
Какая температура установится в калориметре, если в нем смешать равные массы неполитропена при температурах 40 и 0 градусов Цельсия



1) Заметим, что $\Delta Q = mc\Delta t$ – т.е. площадь "слева" от графика это теплота

2) Тело 2 охлаждается и отдает тепло, а тело

1 нагревается и получает тепло, причем

$Q_1 = Q_2$ – рав-во площадей

3) То есть, нам нужно найти такую $t_к$, что площади сверху и снизу от нее равны.

4) Причем, заметим что ось теплоемкости начинается со "100" – а рав-во площадей должно быть для графика с "0":