

**Теплообмен  
и  
уравнение теплового  
баланса**

# Цель урока:

**Ввести понятие термодинамических величин.**

Уметь записывать количественные зависимости между термодинамическими параметрами в газовых законах.

Уметь предсказывать изменения, происходящие с газом при переходе его из одного состояния в последующее.

Уметь анализировать и конкретизировать данную ситуацию.

# Способы изменения внутренней энергии тела

Совершение  
механической работы

Теплопередача

Теплопроводность

Конвекция

Излучение



# Количество теплоты

**Теплопередача** – это передача внутренней энергии от одного тела к другому в процессе взаимодействия беспорядочно движущихся атомов и молекул.

**Теплопередача идёт от более нагретого тела к менее нагретому.**

**Количество теплоты  $Q$**  – это энергия, передаваемая путём теплопередачи.



# Количество теплоты. Единицы количества теплоты.

Энергия, которую получает или теряет тело при теплопередаче называется **количеством теплоты.**



**Q** – количество теплоты –  
мера энергии, переданной телу или  
отданной телом.

Основной единицей измерения ее является  
*джоуль* (Дж)

$$[Q] = [\text{Дж}]$$



## Калория –

это количество теплоты, которое необходимо передать 1г воды для ее нагревания на  $1^{\circ}\text{C}$ .



$$1 \text{ кал} = 4,2 \text{ Дж}$$

# От чего зависит количество теплоты?

Нагреем на двух одинаковых спиртовках разное количество воды, имеющей одинаковую начальную температуру.

Одинаковое ли количество теплоты  $Q$  требуется для нагревания разных масс воды на одинаковое количество градусов?

**Количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости зависит от ее массы.**



**Чем больше масса вещества  $m$ , тем больше требуется  $Q$ .**

# От чего зависит количество теплоты?

Нагреем на двух одинаковых спиртовках равное количество воды, взятой при разных начальных температурах.

**Одинаковое ли количество теплоты  $Q$  требуется для нагревания равного количества воды, взятой при разных начальных температурах.**

Для нагревания изначально более холодной жидкости до определенной температуры понадобится больше времени, а значит и большее количество теплоты.



**Чем больше разность температур  $\Delta t$ , тем больше требуется  $Q$ .**

# От чего зависит количество теплоты?

Нагреем на двух одинаковых спиртовках одинаковое количество воды и масла, взятых при равных начальных температурах.

**Одинаковое ли количество теплоты  $Q$  требуется для нагревания равных масс воды и масла на одинаковое количество градусов?**

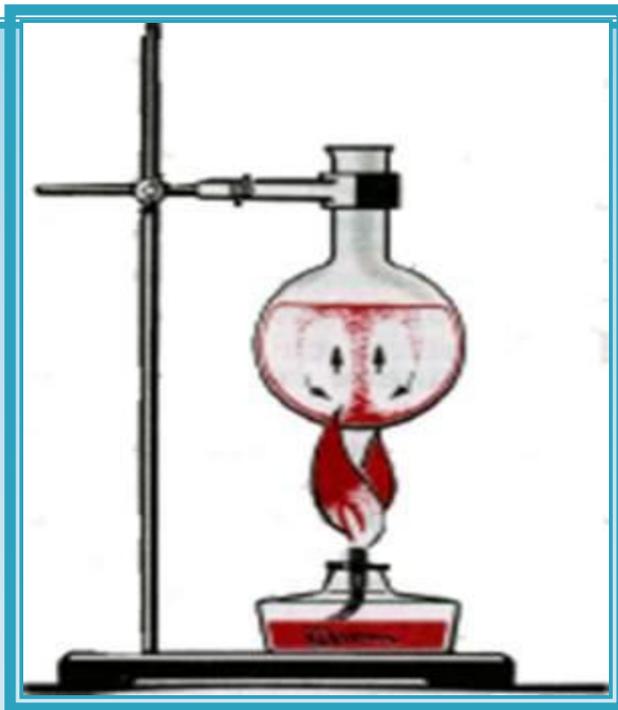
Масло нагревается быстрее, чем вода, а значит, на количество теплоты, переданное жидкостям для нагревания их на одинаковое число градусов, влияет род жидкости.



**Количество теплоты  $Q$  зависит от рода вещества**

## Количество теплоты $Q$ зависит:

1. От массы вещества  $m$ ,
2. От изменения температуры  $\Delta t$
3. От рода вещества



# Табличные данные

$c$  – удельная теплоёмкость,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$

$\lambda$  – удельная теплота плавления,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$r$  – удельная теплота парообразования,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

При каких процессах тело получает энергию?

При каких процессах тело отдает энергию?

Количество теплоты

при нагревании и  
охлаждении

$$Q = cm\Delta T$$

при горении

$$Q = qm$$

при плавлении и  
кристаллизации

$$Q = \lambda m$$

при  
парообразовании  
и конденсации

$$Q = rm$$



- Известные вам три состояния вещества (твёрдое, жидкое, газообразное) называются агрегатными состояниями.
- Молекулы одного и того же вещества в различных агрегатных состояниях ничем не отличаются друг от друга.
- Вещество можно перевести из одного агрегатного состояния в другое (фазовый переход)



# Фазовый переход вещества:

сублимация (возгонка)



# **Примеры фазового перехода вещества в природе:**

# Круговорот воды в природе:



# • Образование осадков:



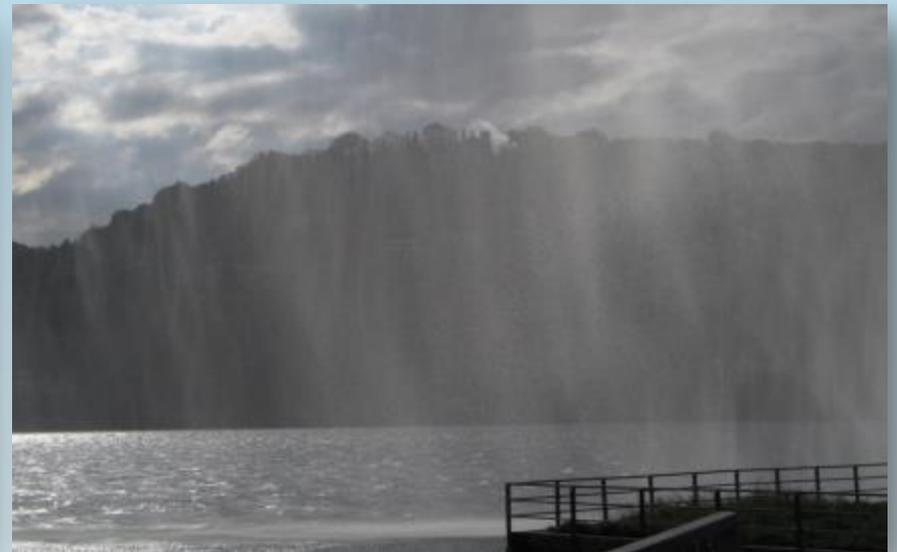
**ТУМАН**

# • Образование осадков:



**СНЕЖИНКИ, СНЕГ, ГРАД**

# • Образование осадков:



*Сублимация - переход из твердого вещества в газообразное.*



Другое название сублимации – **вазгонка**.

# Что такое сублимация?

Сублимация (возгонка) — переход вещества из твёрдого состояния сразу в газообразное, минуя жидкое. При возгонке изменяется удельный объём вещества и поглощается энергия (*теплота сублимации*).



- Процесс перехода вещества из твердого состояния в газообразное
- называется
- **сублимацией**

Обратным процессом является десублимация. Примером десублимации являются такие атмосферные явления, как **иней** на поверхности земли и **изморозь** на ветвях деревьев и проводах.



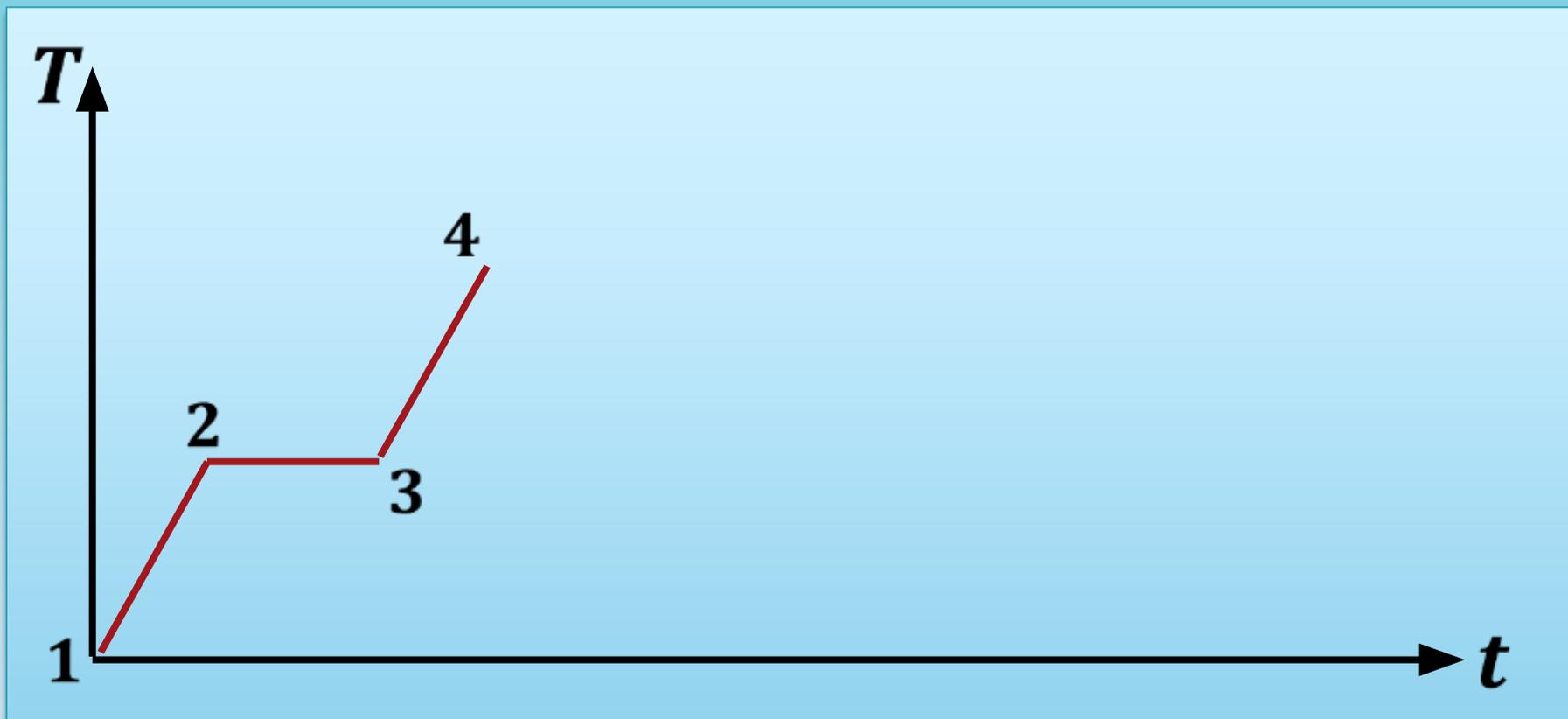
1-2

Нагревание  
твёрдого тела



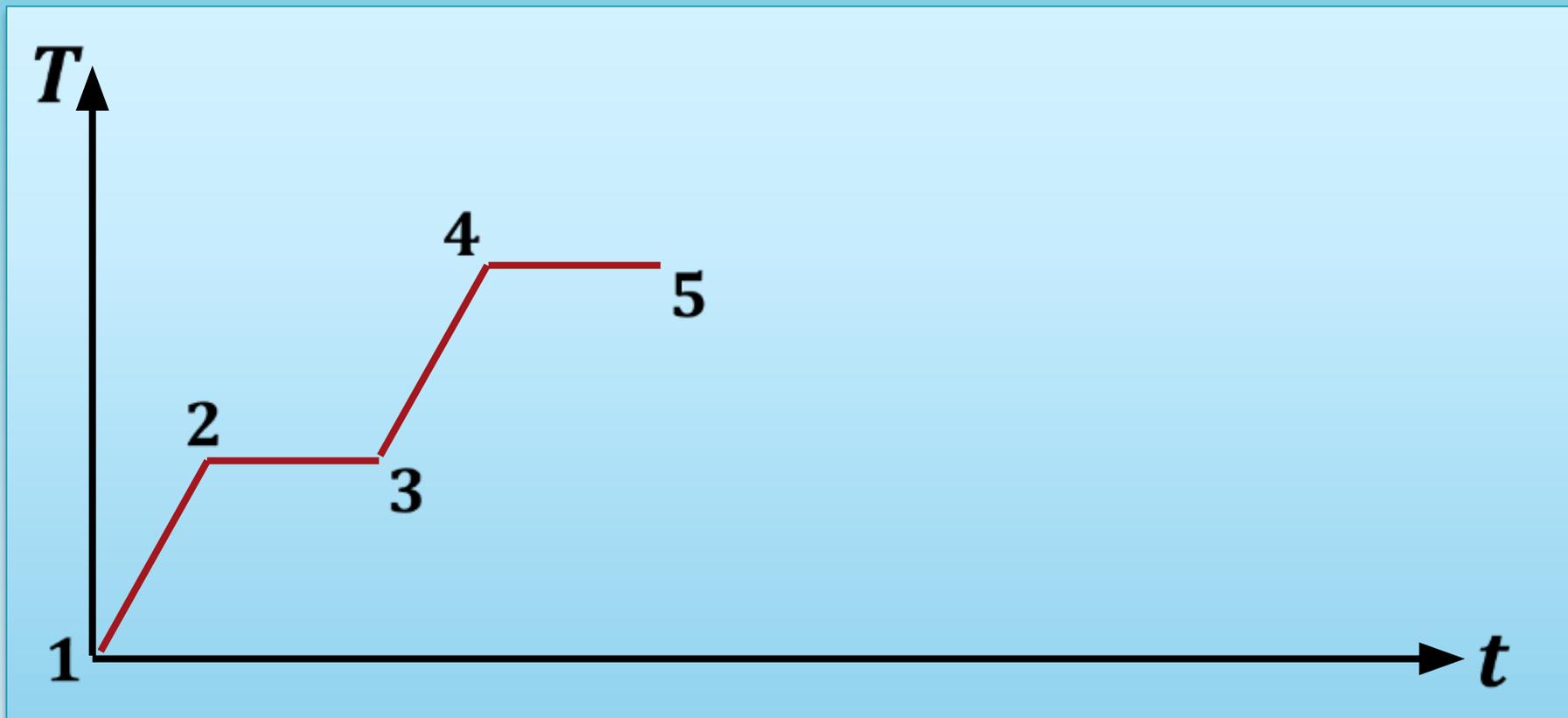
2-3

Плавление  
твёрдого тела

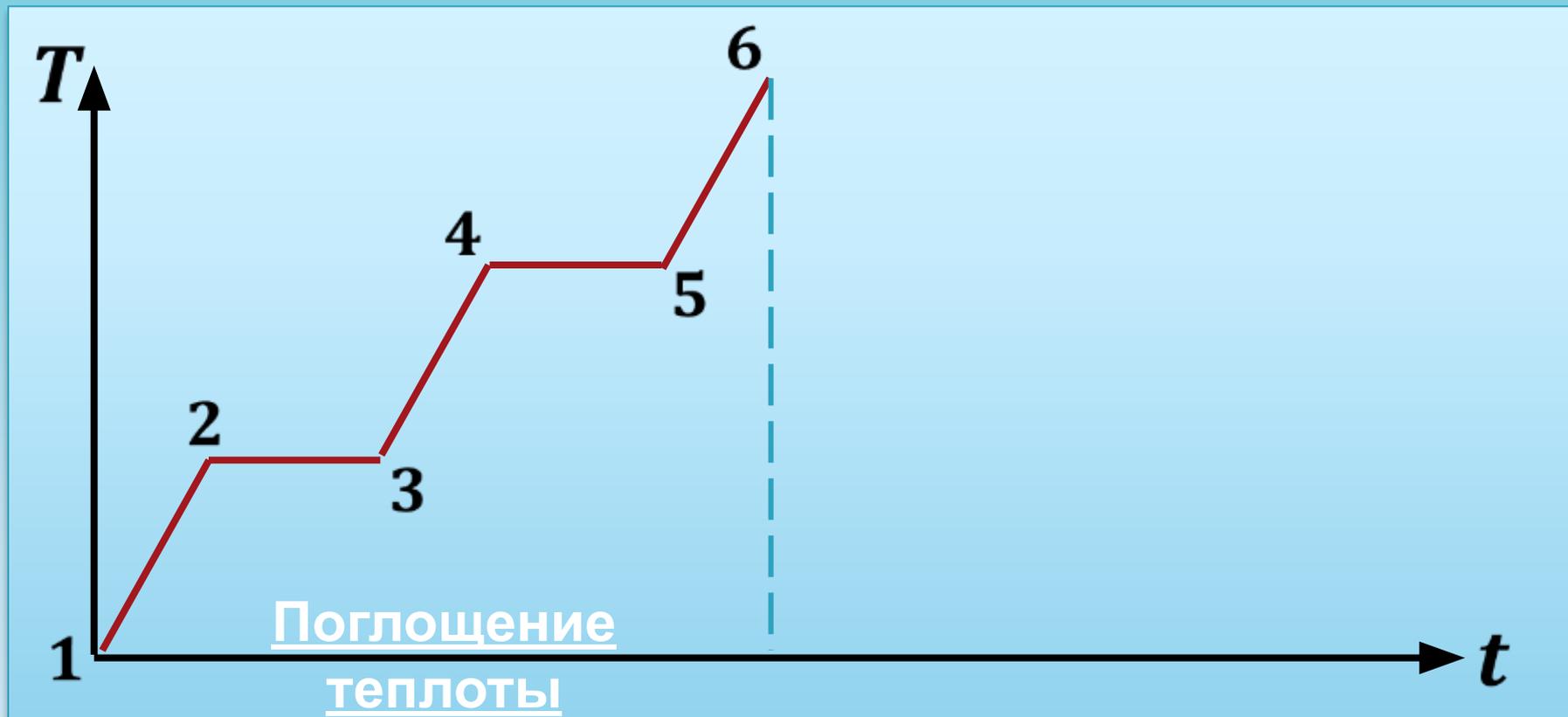


3-4

Нагревание  
жидкости

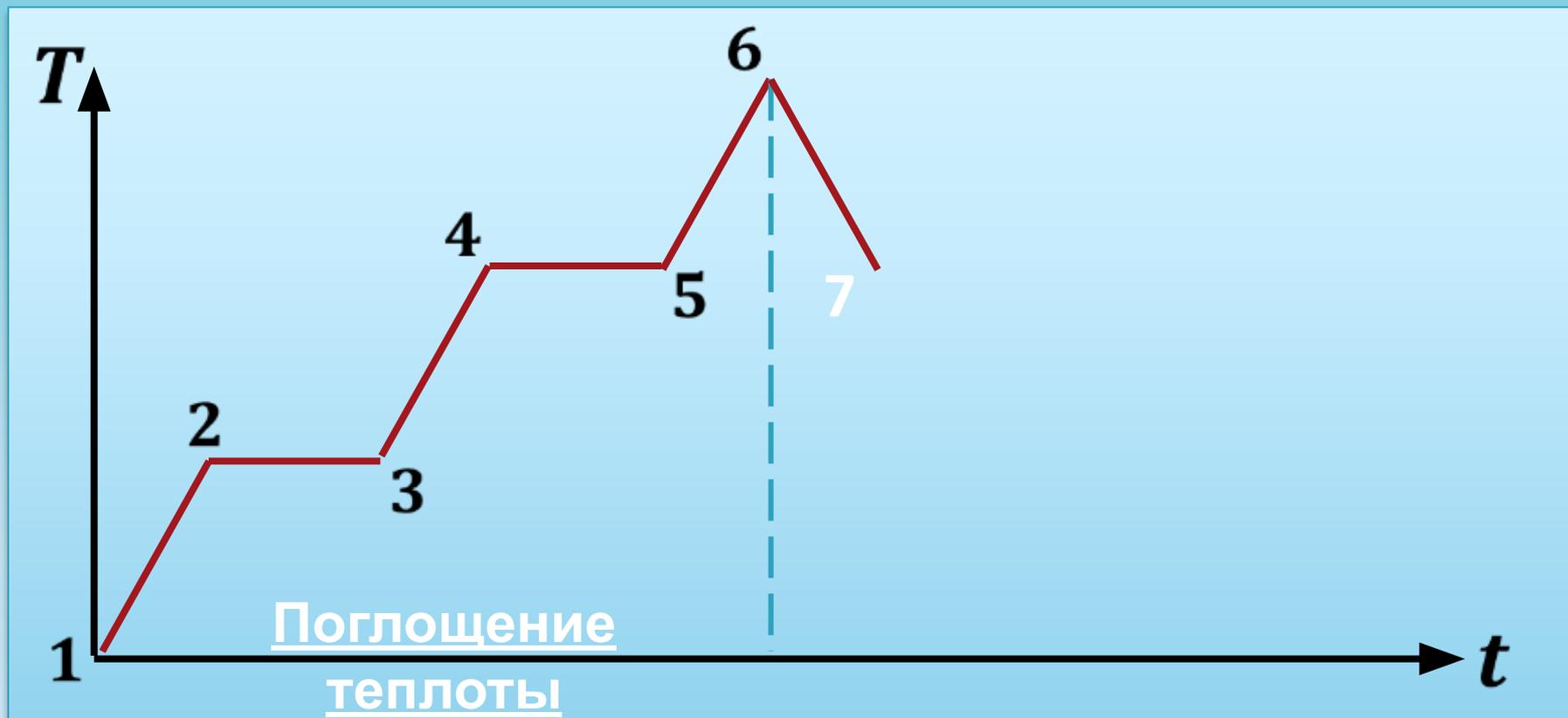


4-5 Парообразование

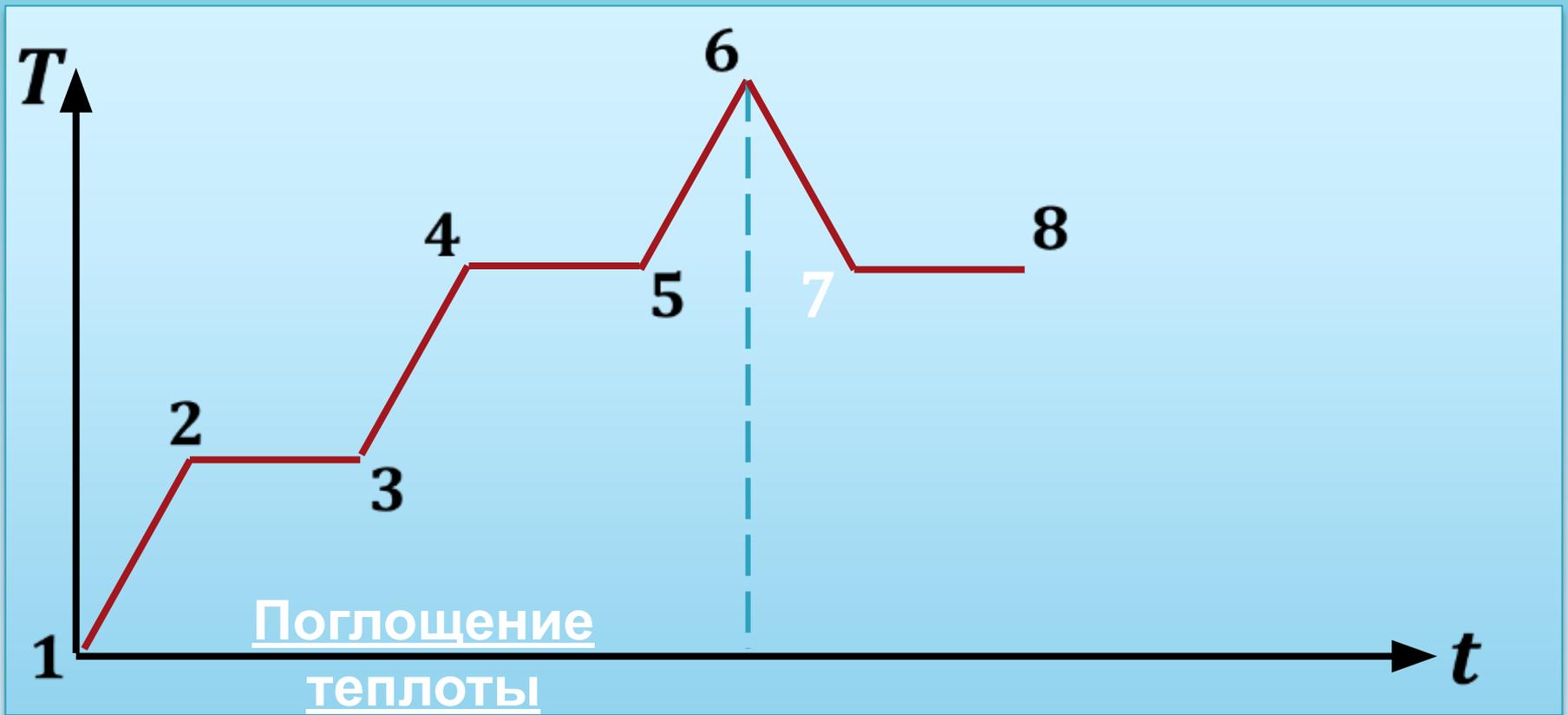


5-6

Нагревание пара

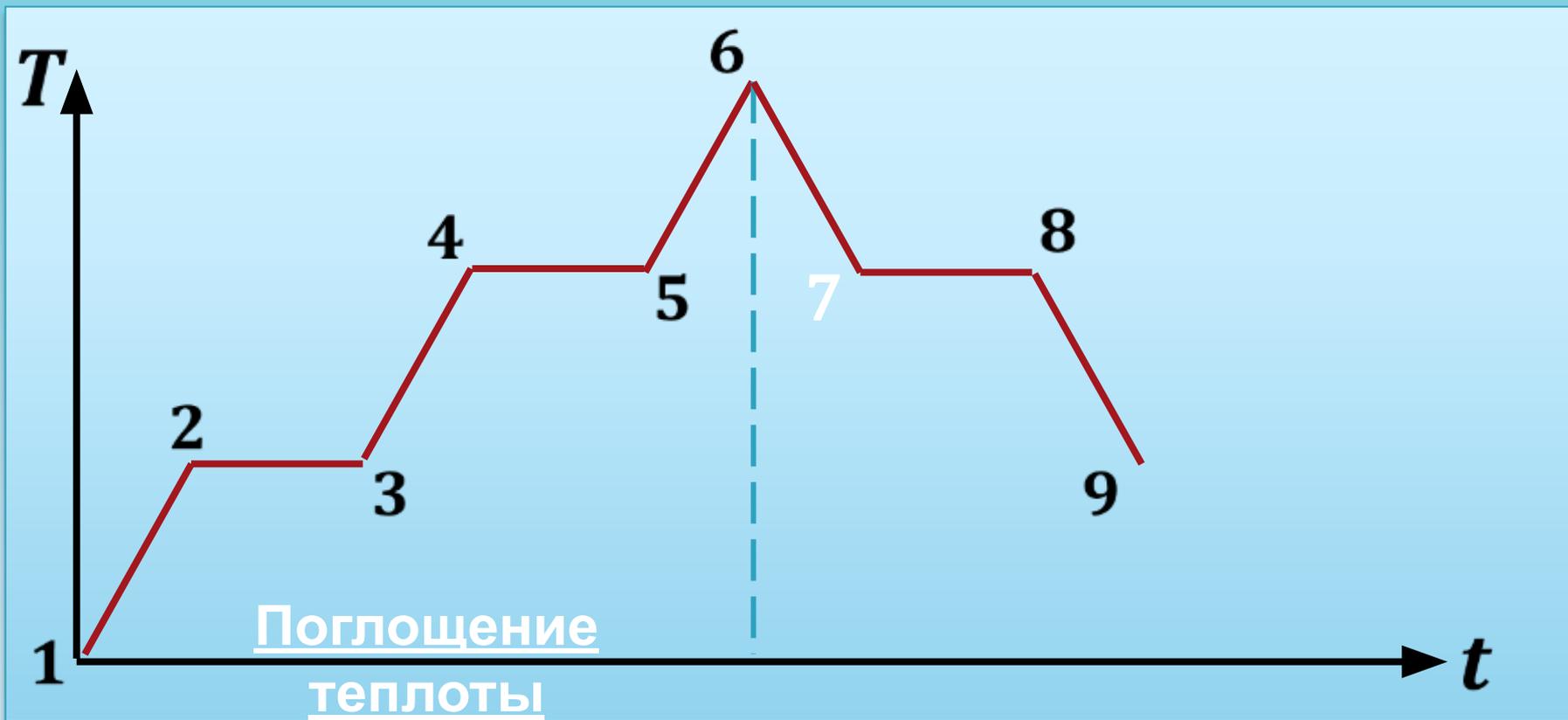


6-7 Охлаждение пара



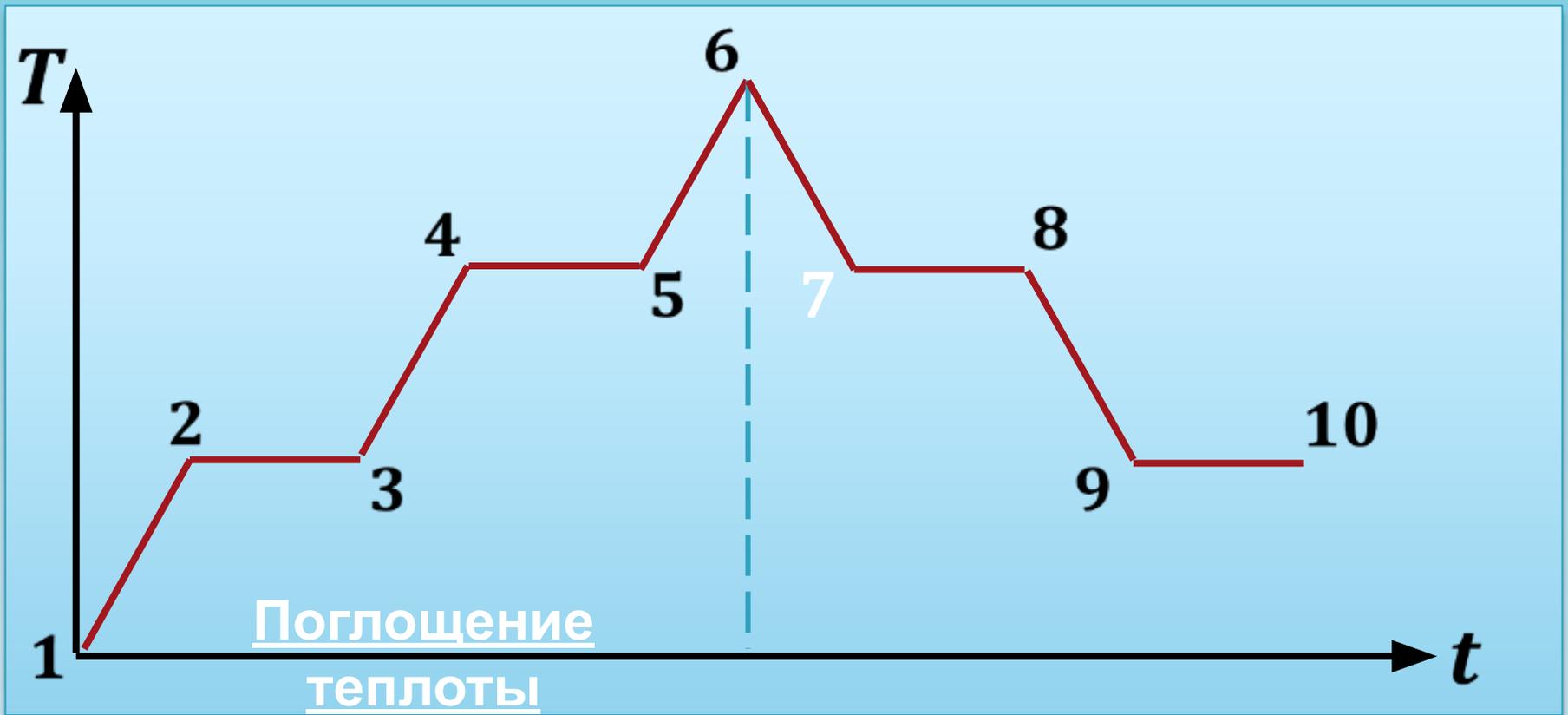
7-8

Конденсация



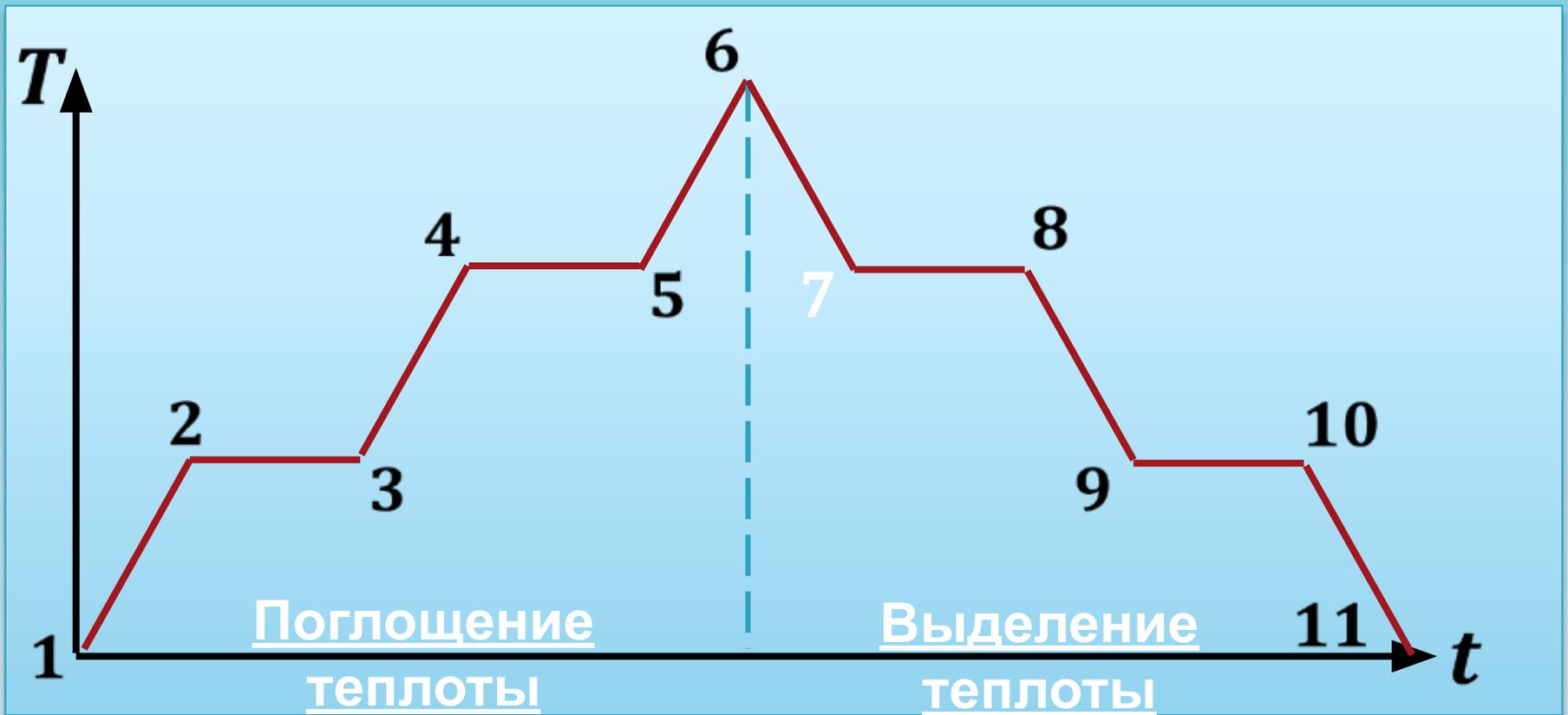
8-9

Охлаждение  
жидкости



9-10

Кристаллизация



10-11

Охлаждение  
твёрдого тела

# Уравнение теплового баланса.

Если в изолированной системе происходит теплообмен между несколькими телами, то

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0$$



# Закон сохранения массы

Масса веществ в начальном состоянии равна массе веществ в конечном.



# Калориметр

– прибор для измерения количества теплоты.



# Алгоритм решения задач на уравнение теплового баланса

- Записать краткое условие задачи.
- Определить, какие вещества участвуют в теплообмене.
- Определить, какие тепловые процессы происходят с этими веществами, и написать формулы для этих тепловых процессов.
- Используя записанные формулы, составить уравнение теплового баланса, из которого выразить искомую величину и вычислить ее.

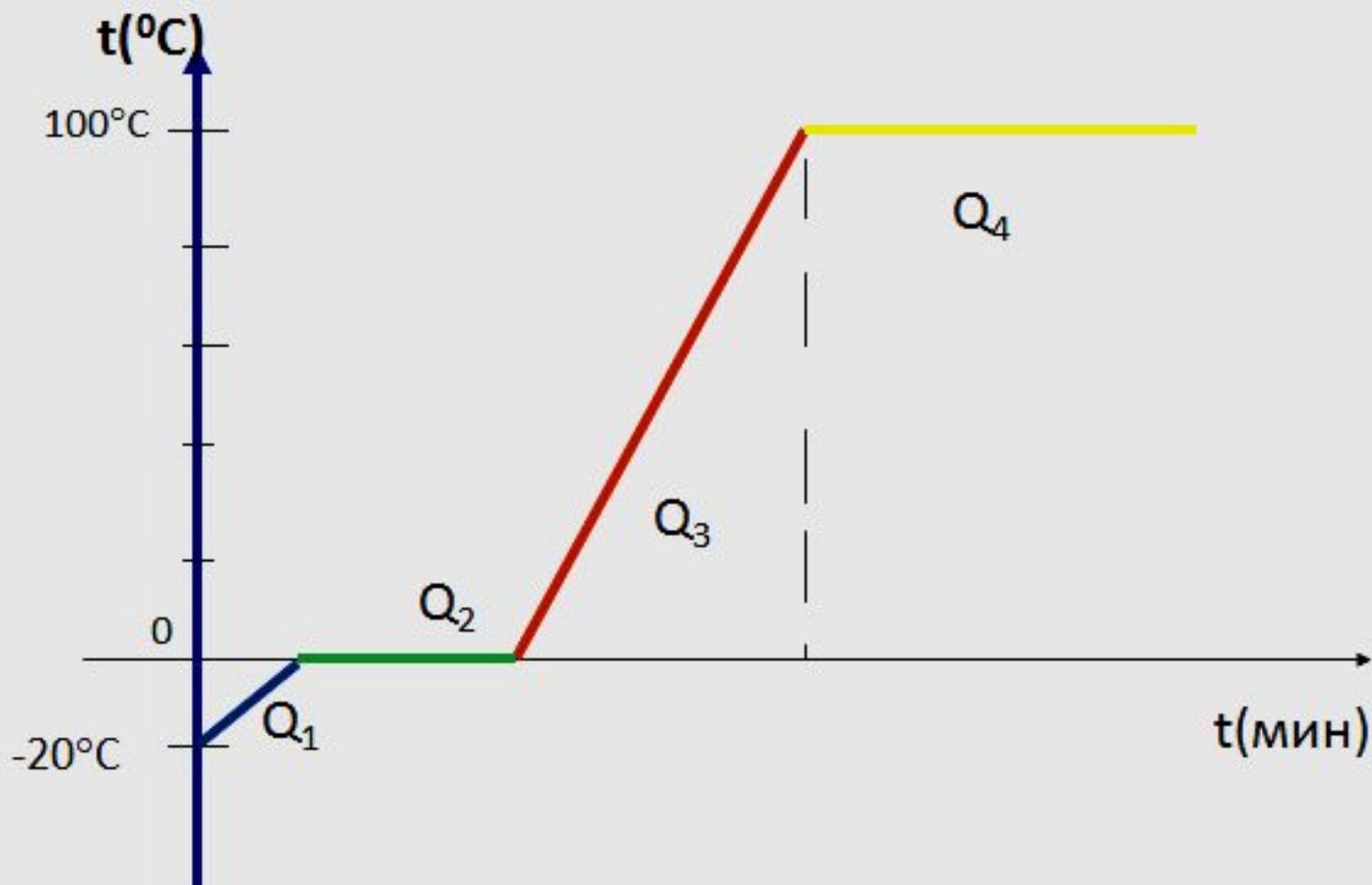


# ЗАДАЧА

Какое количество теплоты необходимо, чтобы из льда массой 2 кг, взятого при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , получить пар при  $100^{\circ}\text{C}$ ?



# График процесса нагревания



# Какие процессы происходят и с какой последовательностью?

1. Кристаллизация
2. Плавление
3. Нагревание
4. Конденсация
5. Сублимация
6. Охлаждение
7. Возгонка
8. Парообразование

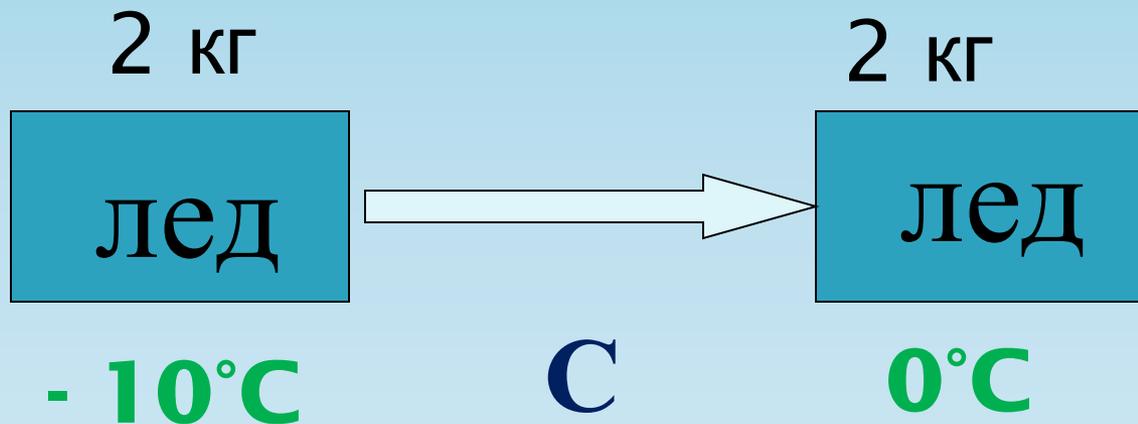


# Процессы

- **1.** Нагревание (чего?) льда  
.....от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$
- **2.** Плавление(чего?) льда при  $0^{\circ}\text{C}$
- **3.** Нагревание(чего?) воды  
.....от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$
- **4.** Парообразование или кипение воды  
.....при  $100^{\circ}\text{C}$

# 1-ый процесс

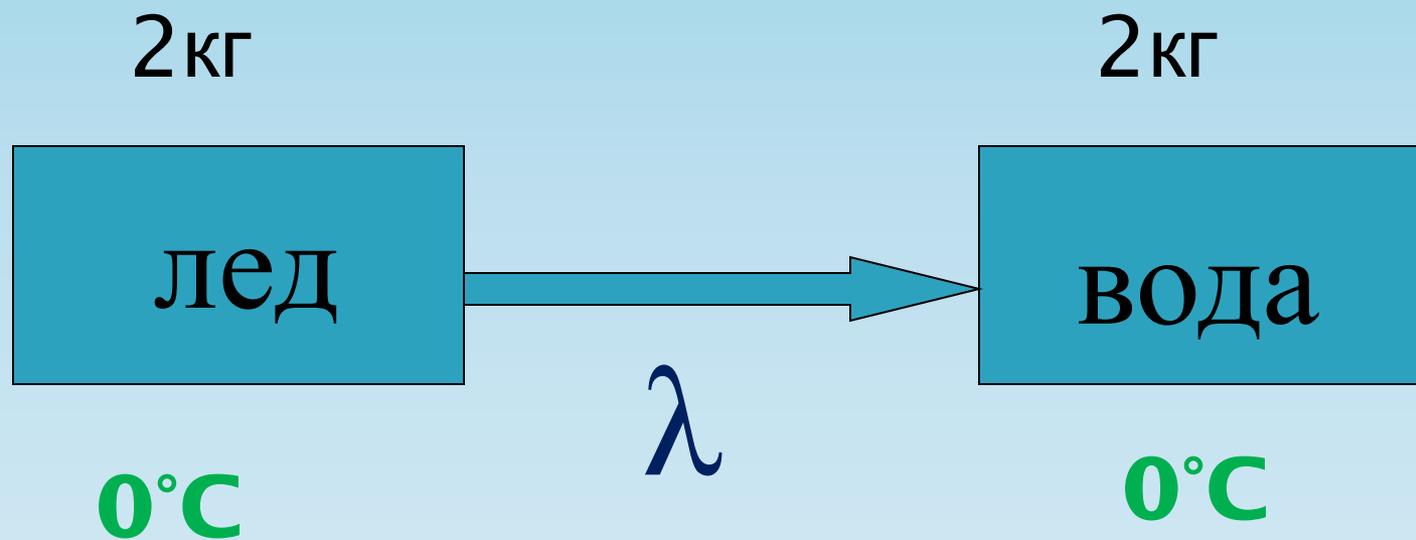
## нагревание



$$Q_1 = m c_{\text{л}} (t_{\text{пл}} - t_1)$$

# 2-ой процесс

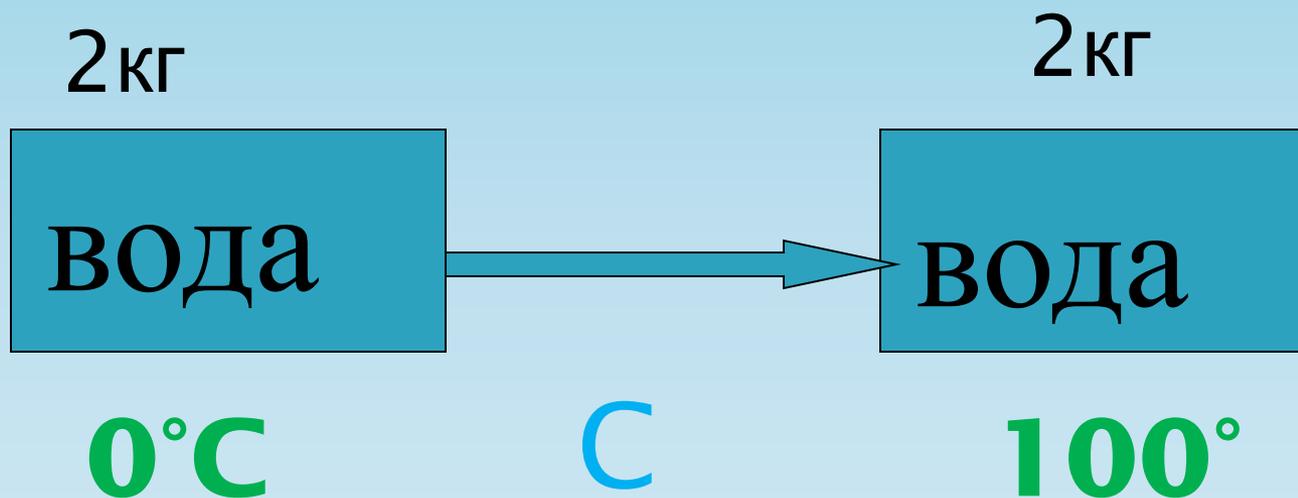
## ПЛАВЛЕНИЕ



$$Q_2 = \lambda m$$

# 3-ий процесс

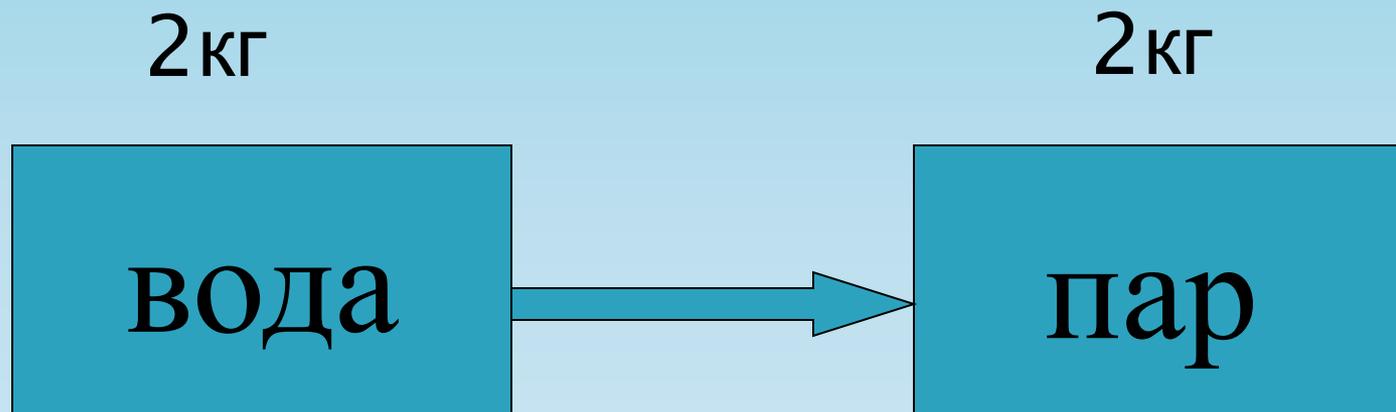
## нагревание



$$Q_3 = c_{\text{В}} m (t_{\text{к}} - t_{\text{пл}})$$

# 4-ый процесс

## КИПЕНИЕ



100°  
С

r

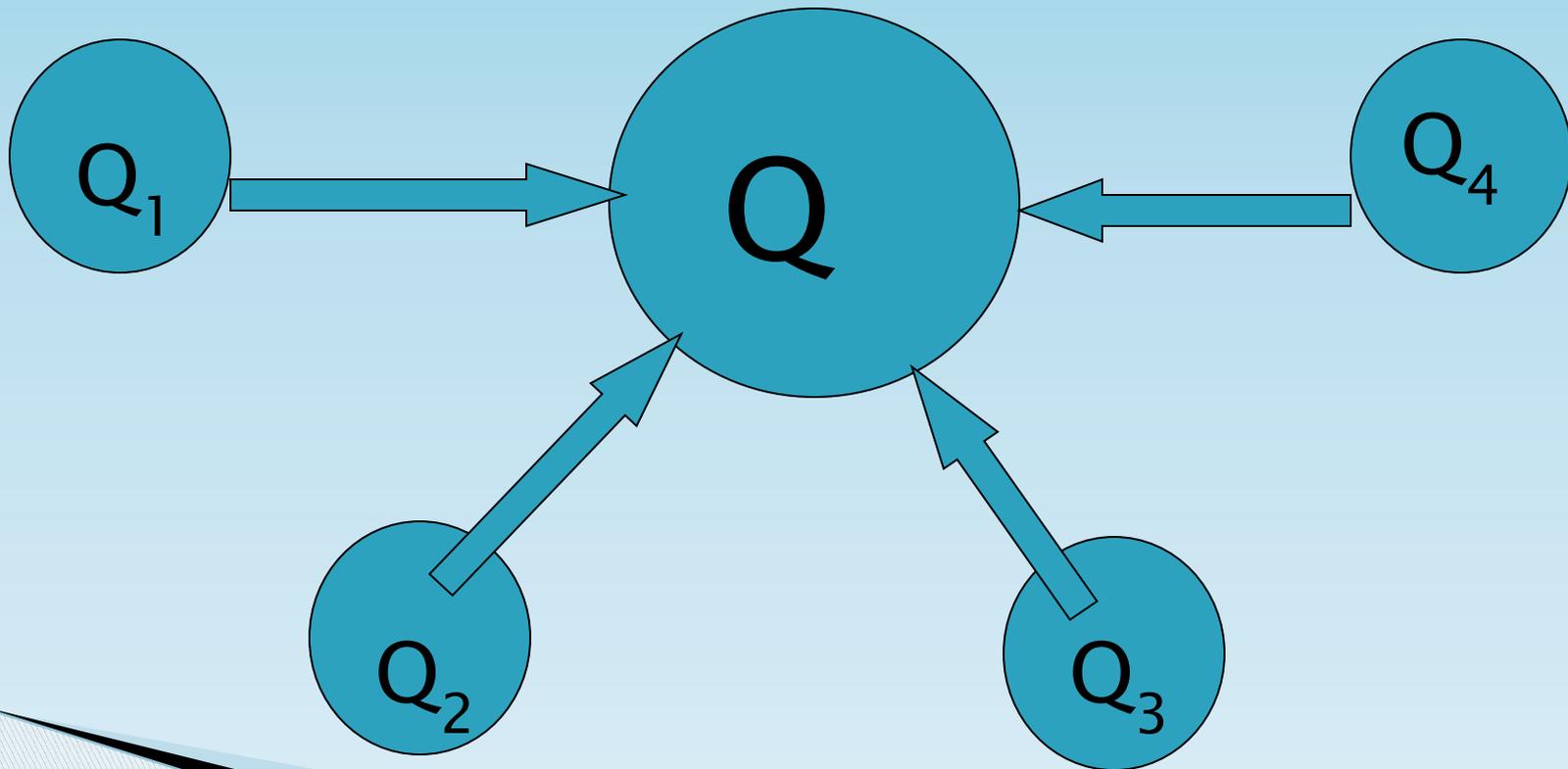
100°  
С

$$Q_4 = r m$$

# Уравнение теплового баланса

(Пренебрегая теплоемкостью сосуда и считая систему теплоизолированной)

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$



# Список использованных источников

1. Интерактивное учебное пособие «Наглядная физика». МКТ и термодинамика. Издательство «Экзамен», Москва, 2012
2. 1С: Школа. Физика, 7–11. Библиотека наглядных пособий. Под. ред. Ханнанова Н.К.–М.: Дрофа.2004.
3. Открытая физика [текст, рисунки] <http://www.physics.ru>
4. ЕК ЦОР расчет количества теплоты при теплообмене <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8f5d7210-86a6-11da-a72b-0800200c9a66/21786/>
5. Степанова Г.Н. Сборник задач по физике 10 – 11 классы. – М: Просвещение, 2003. – 287 с.
6. Сайт «Открытая физика» <http://www.college.ru/physycs/courses/op25part1/content/models/gasWork.html>
7. Физика в школе. Физика - 10 класс. Молекулярная физика. Молекулярно-кинетическая теория. Рисунки по физике/ <http://gannalv.narod.ru/mkt/>