

ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Доцент Копачёв Валерий Феликсович,
Кафедра горной механики, ауд.1331
(лаборантская: ауд.1233)

Теплотехника:
Учебное пособие.
(Миняев Ю.Н. и др.)
УГГУ, 2009. – 202 с.



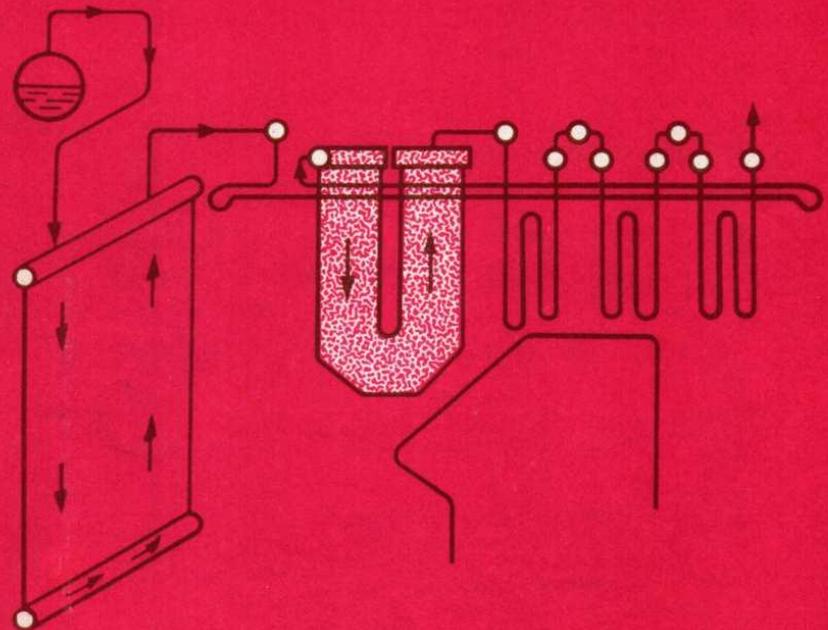
Литература

Баскаков А.П. и др.
Теплотехника. – М.:
Энергоатомиздат,
1991г. – 224 с.

621.1(076)
Т34

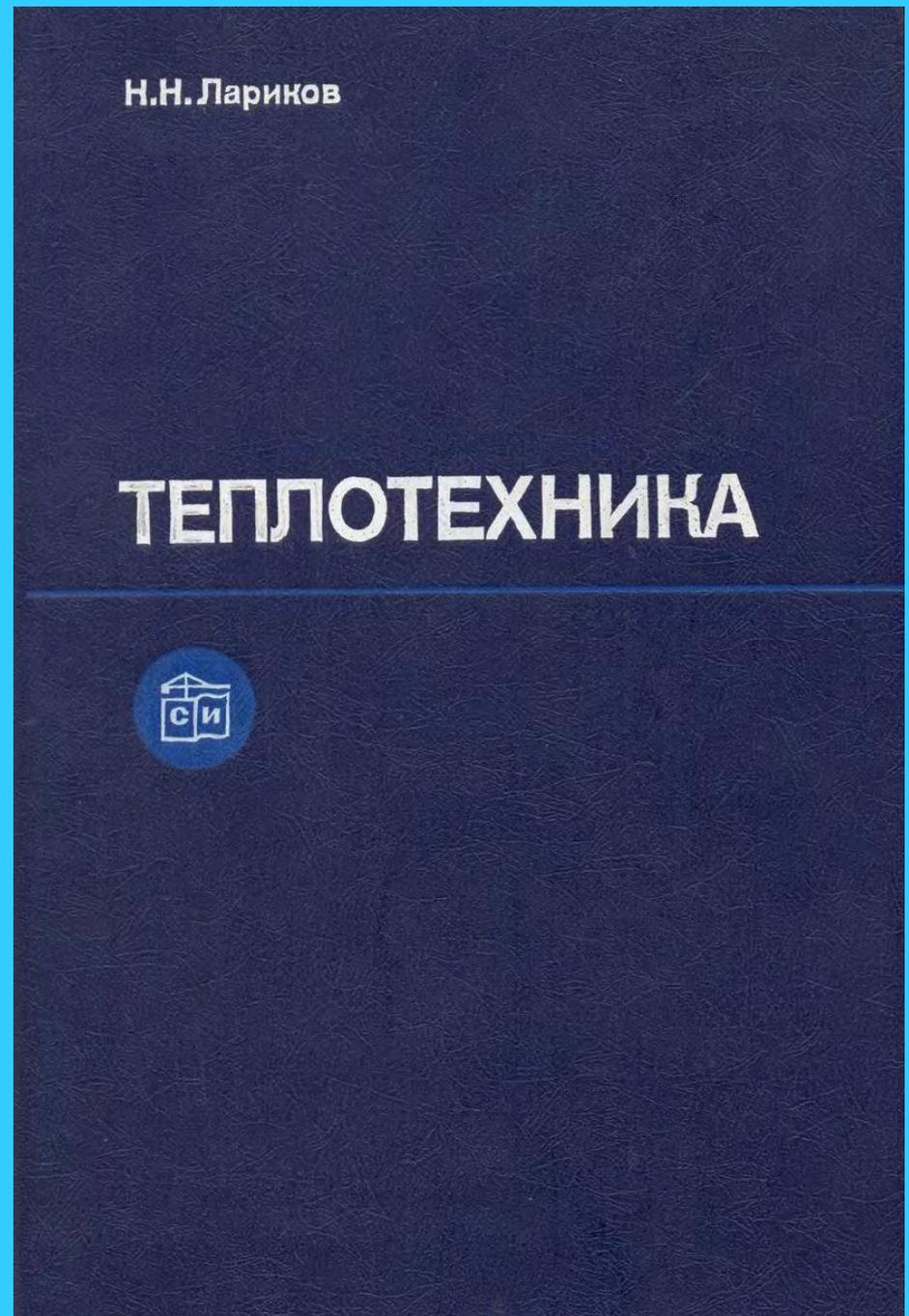
ТЕПЛОТЕХНИКА

Для студентов вузов



Литература

Ларионов Н.Н.
Теплотехника.
(Учебник для вузов) –
М.: Стройиздат, 1985г. –
432 с.



Состав курса:

Теплотехника - общеинженерная дисциплина, изучающая методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты и связанные с этим аппараты и устройства.

Состоит из трех основных частей:

- I. **Техническая термодинамика**
- II. **Основы теории теплообмена**
- III. **Теплоэнергетика**

Форма отчетности: **экзамен**

Задачи изучения курса:

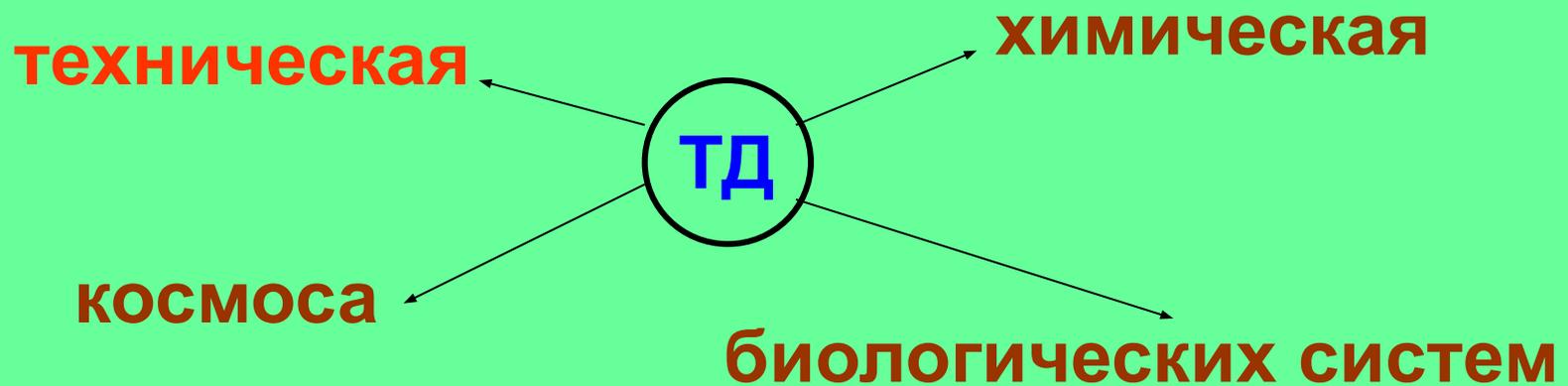
Изучить методы и способы:

- 1) Получения**
- 2) Преобразования**
- 3) Передачи**
- 4) Использования теплоты и связанные с этим аппараты и устройства.**

Раздел 1

ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Термодинамика – наука, изучающая законы превращения энергии в различных процессах, сопровождаемых поглощением или выделением теплоты.



Техническая ТД – наука, которая изучает тепловые процессы, протекающие в тепловых двигателях и установках:

а) устанавливает закономерности взаимного преобразования теплоты и работы, для чего изучает свойства газов и паров (рабочих тел) и процессы изменения их состояния,

б) устанавливает взаимосвязь между тепловыми и механическими процессами, протекающими в тепловых двигателях и установках.

В термодинамике используется
феноменологический метод изучения
равновесных физических систем.

**База термодинамики –
три основных закона!!!**

Основные понятия и определения

ВСЕЛЕННАЯ



МЕТОДЫ
ТЕРМОДИНАМИКИ



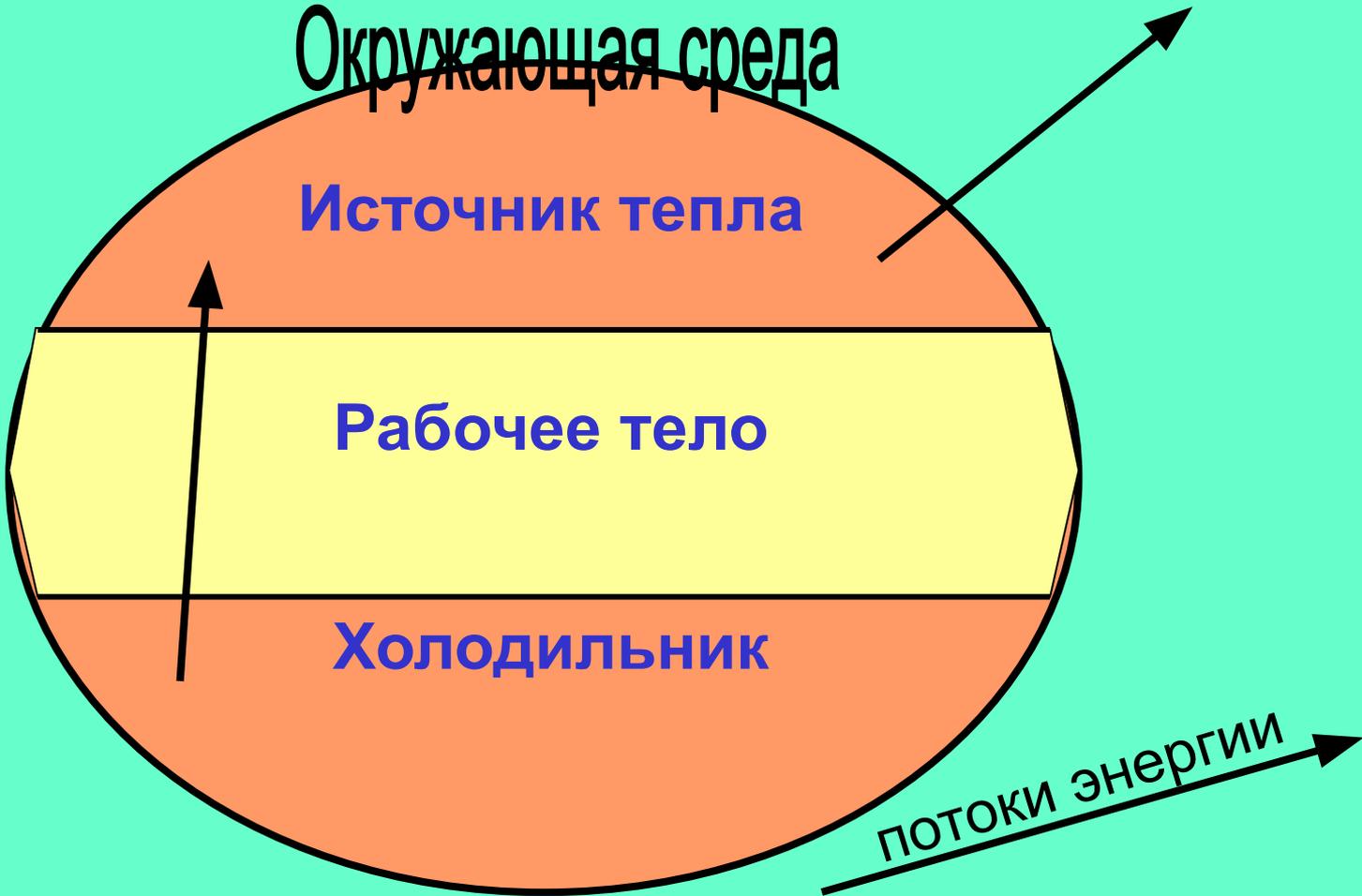
МОЛЕКУЛЫ

Термодинамическая система – совокупность материальных тел, находящихся в энергетическом взаимодействии между собой и окружающей средой.

Изолированная ТС – система, которая не может обмениваться энергией с окружающей средой.

Открытая ТС

Основные понятия и определения



Термодинамическая система

Рабочее тело - вещество, способное воспринимать и отдавать теплоту, а также совершать работу.

Термодинамические параметры состояния - физические величины, характеризующие состояние рабочего тела.

давление (p)

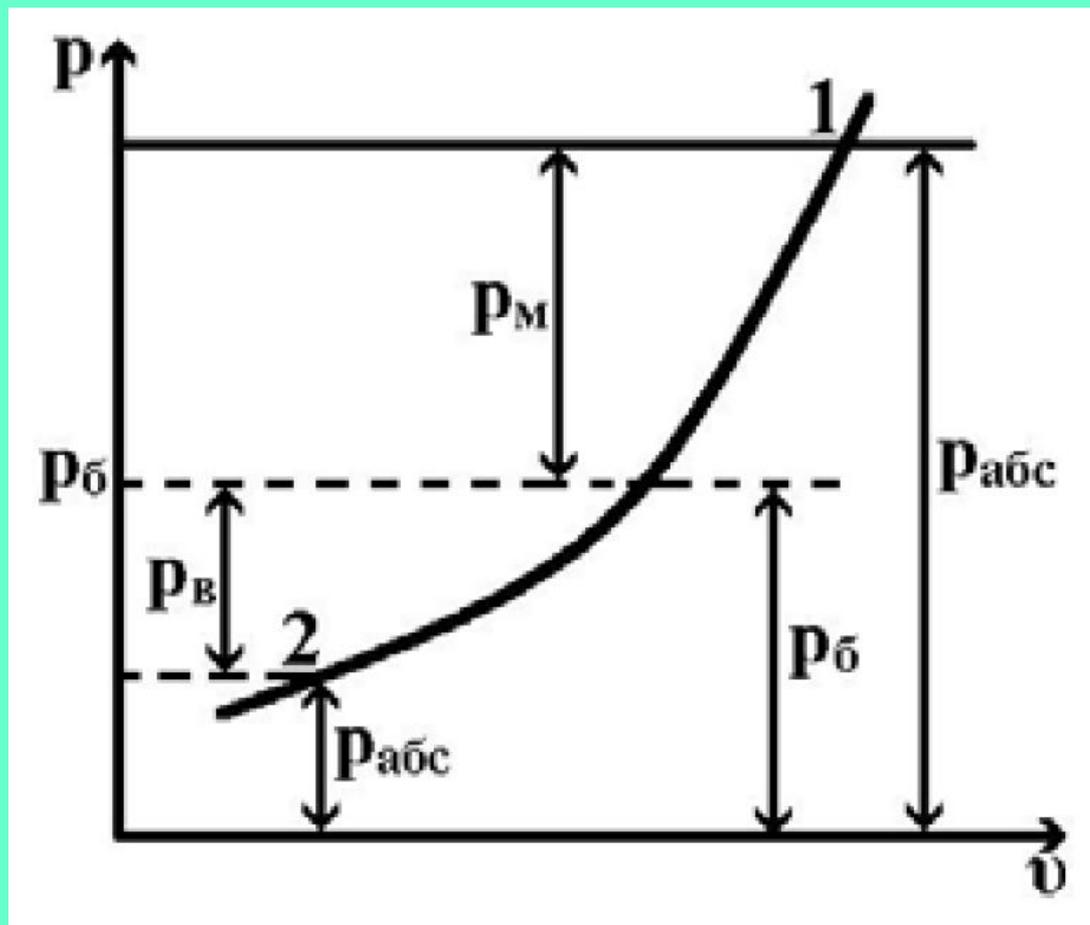
температура (T)

удельный объем (v)

Основные понятия и определения

давление (p), Па

$$p = F/S$$

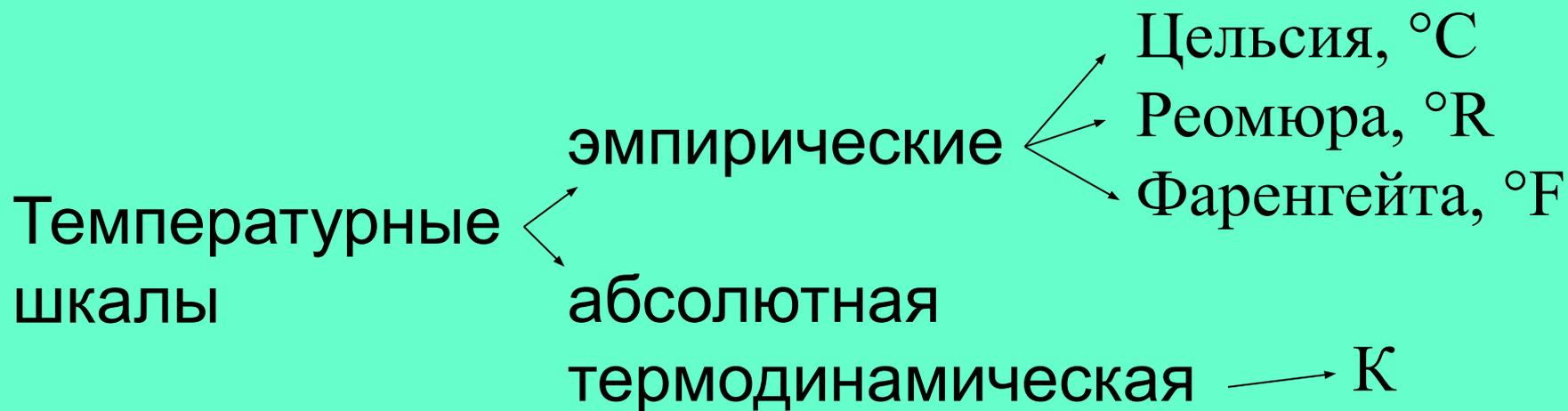


В соответствии с молекулярно-кинетической теорией:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m \overline{c^2}}{2}$$

Температура (Т), К

- мера нагретости тела



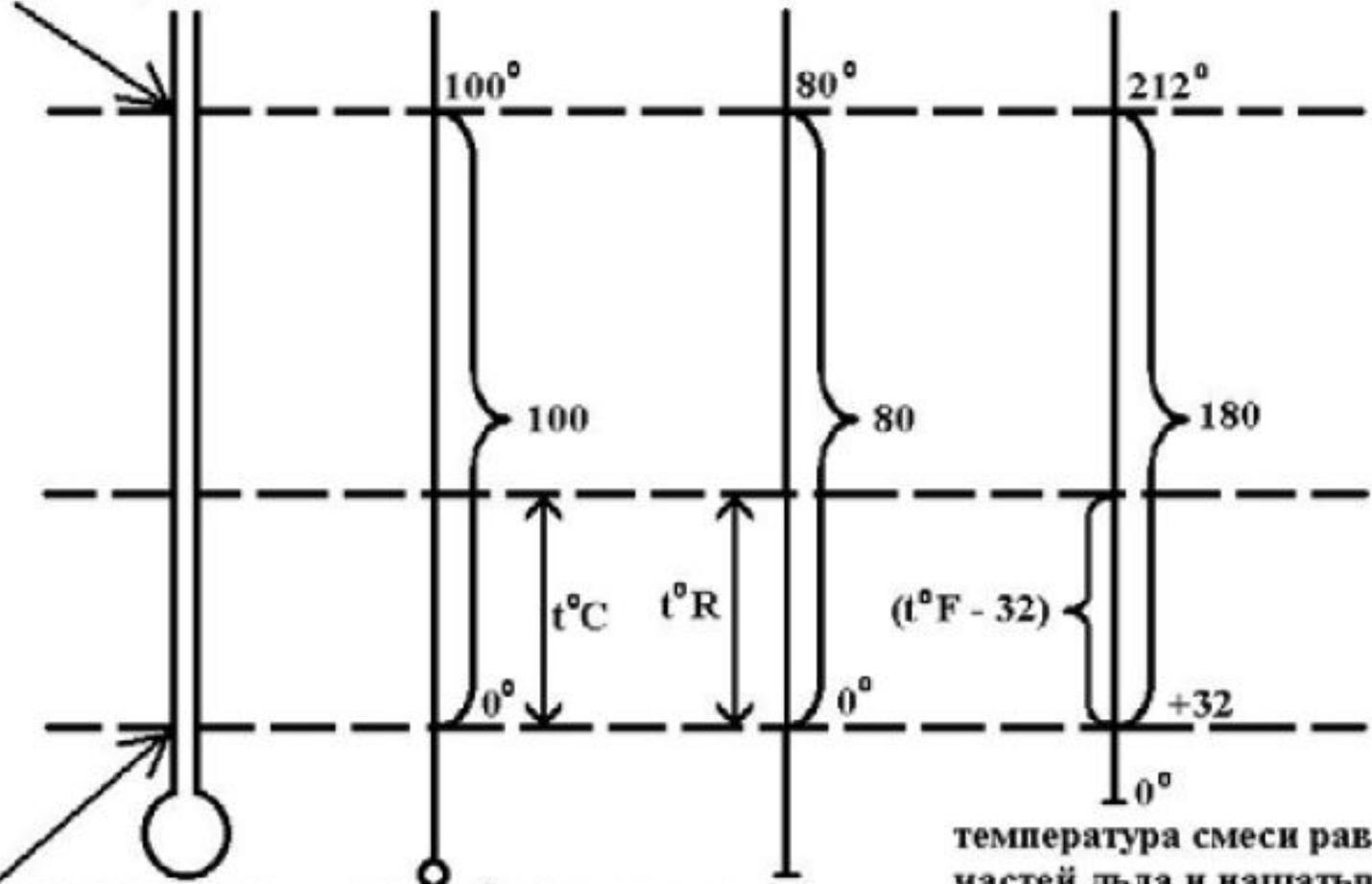
Основные понятия и определения

2-я реперная точка
кипящая вода при
 $p=760\text{мм Hg}$

стоградусная
международная
шкала $^{\circ}\text{C}$

$^{\circ}\text{R}(^{\circ}\text{P})$

$^{\circ}\text{F}$



1-я реперная точка
тающий лед при
 $p=760\text{мм Hg}$

$-273,15^{\circ}$ абсолютный
нуль (0 K)

температура смеси равных
частей льда и напатыря

1742

1730

1724

Температура и движение молекул



В соответствии с молекулярно-кинетической теорией:

$$T = \frac{2}{3K} \cdot \frac{mW^2}{2}$$

$$K = 1,38 \cdot 10^{-23}$$

$$\frac{mW^2}{2}$$

Дж/К – постоянная Больцмана;

- кинетическая энергия молекул.

Удельный объем (v) – величина обратная плотности: $\text{м}^3/\text{кг}$.

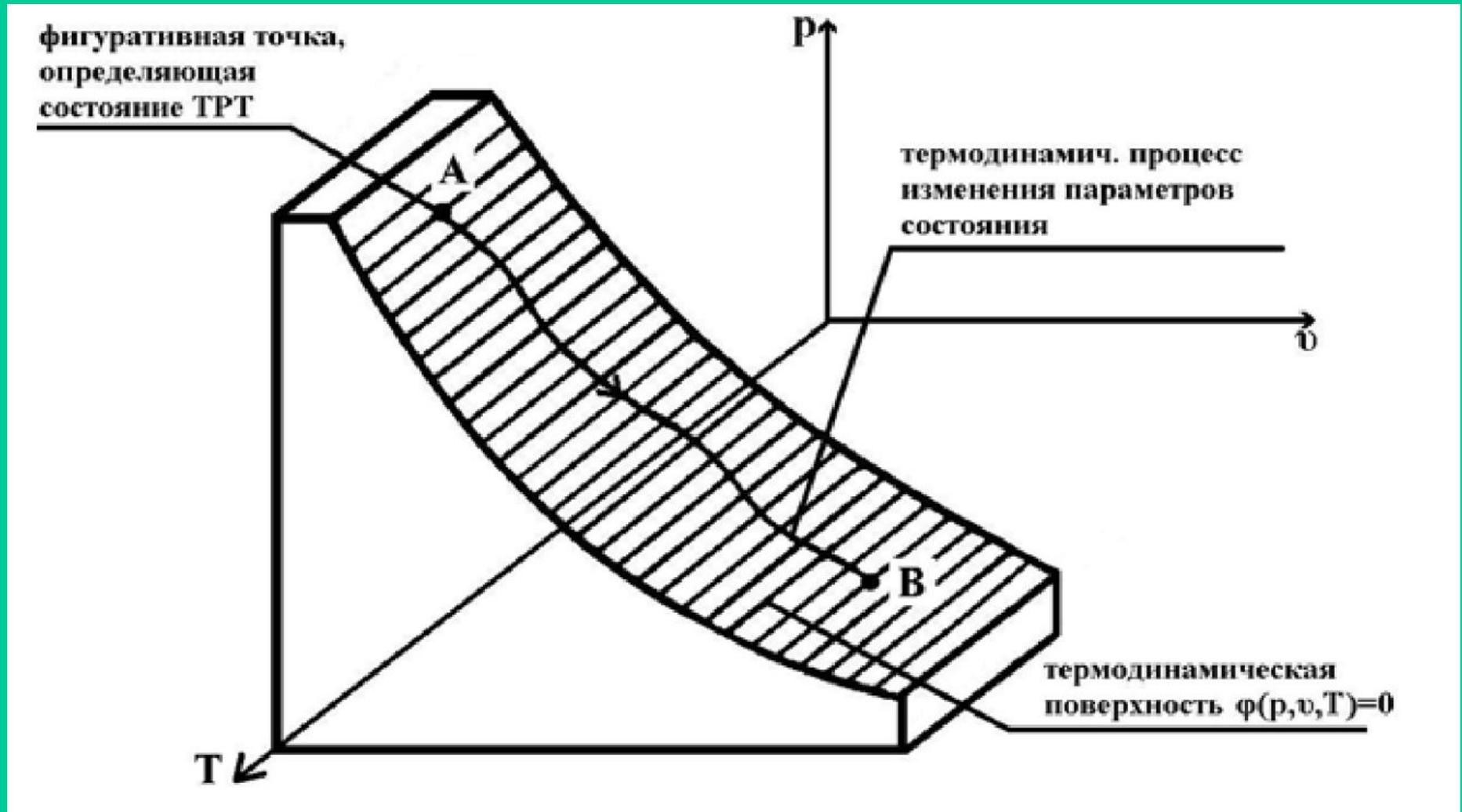
$$v = V/m$$

$$v = 1/\rho$$

Равновесное состояние системы –

все ТД параметры постоянны во времени и одинаковы во всех точках системы.

Основные понятия и определения



Термодинамический процесс - изменение состояния термодинамической системы во времени.

Равновесный процесс - процесс, в котором все параметры системы при его протекании меняются достаточно медленно по сравнению с процессом релаксации.

Релаксация – процесс самопроизвольного возвращения системы в состояние равновесия с окружающей средой.

Идеальный газ – газ, в котором:

- 1) нет сил взаимного притяжения между молекулами;
- 2) их объем равен нулю.

- функциональная связь между параметрами состояния для равновесной термодинамической системы.

$$p\nu = RT$$

Уравнение
Клапейрона

$$pV\mu = \mu RT$$

Уравнение Менделеева

Уравнение состояния

Закон Авогадро:

в равных объёмах различных газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул.

Число молекул в одном моле называют числом Авогадро

$$N_A = \frac{N}{\nu} = 6.022 \cdot 10^{23}$$

Универсальная газовая постоянная

$$\mu R = R_{\mu} = \frac{pV_{\mu}}{T}$$

Для н.у.

$p_n = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 0,1013 \text{ МПа,}$

$V_{\mu} = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль,}$

$T_n = 273^{\circ}\text{К}$

$$R_{\mu} = \frac{0,1013 \cdot 10^6 \cdot 22,4}{273} = 8314 \text{ Дж/кмоль} \cdot \text{К}$$

(8,314

кДж/кмоль · К)

Уравнение состояния

Удельная газовая постоянная R любого газа:
(Дж/кг·К)

$$R = \frac{R_{\mu}}{\mu} = \frac{8314}{\mu}$$

$$R_{O_2} = \frac{8314}{\mu_{O_2}} = \frac{8314}{32} = 260 \quad \frac{\text{Дж/кг} \cdot \text{К}}{\text{К}}$$

Применение уравнения состояния

Задача. Компрессор всасывает в 1 мин 3 м^3 воздуха при $t=15^\circ \text{ С}$ и давлении $0,1 \text{ МПа}$ и нагнетает его в резервуар объемом $8,5 \text{ м}^3$. За какое время компрессор наполнит резервуар до давления 2 МПа , если температура воздуха в резервуаре 47° С . Перед наполнением резервуар был соединен с атмосферой.

Имеем: $p_1=0,1 \text{ МПа}$; $T_1=288 \text{ К}$; $V_1=8,5 \text{ м}^3$; $p_2=2 \text{ МПа}$;
 $T_2=320 \text{ К}$; $V_3=3 \text{ м}^3$;

$$pV = mRT$$

Решение:

$$x = \frac{m_2 - m_1}{m_3} \qquad m_i = \frac{p_i V_i}{RT_i}$$

$$x = \frac{\frac{p_2 V_1}{RT_2} - \frac{p_1 V_1}{RT_1}}{\frac{p_1 V_3}{RT_1}} = \frac{V_1}{V_3} \cdot \frac{p_2 - p_1}{T_2 - T_1}$$

Ответ: 48 мин.