

10 КЛАСС**КЛАССИЧЕСКИЙ КУРС****РАЗДЕЛ - 2****РАЗДЕЛ - 2****МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Раздел физики, изучающий строение и свойства веществ на основе их молекулярного строения, называется молекулярной физикой.

В основу молекулярной физики положено то, что любое тело – твердое, жидкое или газообразное – состоит из громадного числа молекул, которые находятся в беспорядочном движении, интенсивность которого зависит от температуры.

Молекулярная физика служит основой современного материаловедения, вакуумной технологии, порошковой металлургии, холодильной техники.

СОДЕРЖАНИЕ 2-го РАЗДЕЛА

| № блока | Название блока | № ОК | Параграф учебника | «Повторим теорию» | Стр. |
|----------------|---|----------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Блок 5. | Основные положения МКТ | 36 - 45 | 55 - 69 | Лист - 5 | 2 – 3 |
| Блок 6. | Взаимные превращения жидкостей и газов. Свойства твердых тел. | 46 - 50 | 70 – 74 | Лист – 6 | 14 – 20 |
| Блок 7. | Основы термодинамики | 51 - 53 | 75 - 82 | Лист - 7 | 21 - 25 |

Сокращения и обозначения:

№ ОК – номера опорных конспектов в данном пособии;

Параграф учебника – параграфы учебника «Физика – 10 класс – классический курс – Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский – 2014г.,

«Повторим теорию» - листы с вопросами для уроков «Повторим теорию»

Стр. – номера страниц данного пособия

РАЗДЕЛ - 2**БЛОК - 5****БЛОК - 5****ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МКТ**

| Содержание опорного конспекта | Стр. № | Параграф учебника | Лист - 5 |
|--|--------|-------------------|----------|
| ОК – 10.2.36 | 3 | §55,56,58 | №1 - 7 |
| 1.Что изучает молекулярная физика? | | | |
| 2.Основные положения МКТ. | | | |
| 3.Опытные обоснования основных положений МКТ | | | |
| 4.Диффузия. Броуновское движение. | | | |
| ОК – 10.2.37 | 4 | §59,60 | №8 - 11 |
| 1.Силы взаимодействия молекул. | | | |
| 2.Строение веществ. | | | |
| ОК – 10.2.38 | 5 | §57 | №12 – 15 |
| 1.Основные понятия молекулярной физики. | | | |
| ОК – 10.2.39 | 6 | - | №16 |
| 1.Размеры и массы молекул | | | |
| ОК – 10.2.40 | 7 | §61,62 | 17 – 18 |
| 1.Идеальный газ в МКТ. | | | |
| 2.Среднее значение квадрата модуля скорости | | | |
| ОК – 10.2.41 | 8 | §63 | №19 |
| 1.Основное уравнение МКТ. | | | |
| ОК – 10.2.42 | 9 | §64,65,66 | №20 – 22 |
| 1.Температура. | | | |
| 2.Термометры. | | | |
| 3.Абсолютная температура | | | |
| ОК – 10.2.43 | 10 | §66,67 | №23 - 26 |
| 1.Физический смысл температуры | | | |
| 2.Скорость молекул газа. | | | |
| 3.Опыт Штерна | | | |
| ОК – 10.2.44 | 11 | §68 | №27 – 28 |
| 1.Уравнение состояния идеального газа | | | |
| ОК – 10.2.45 | 12 | §69 | №29 - 33 |
| 1.Изопроцессы | | | |

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. История....

Левкипп и Демокрит – 400 до н.э.

Ломоносов – XVIII в. «О причине теплоты и холода»

Л.Больцман, Р.Клаузиус, Гей-Люссак, Авогадро и др.

А.Эйнштейн, Ж.Перрен, О.Штерн – XX в.

МКТ – это учение о строении и свойствах вещества.

Молекулярная физика – рассматривает эту теорию.

| 2.Основные положения МКТ | 3.Опытные обоснования МКТ |
|---|--|
| 1.Все вещества состоят из мельчайших частиц (молекул и атомов). | 1.Механическое дробление. 2.Растворение веществ в растворителях. 3.Сжатие, растяжение 4.Диффузия. 5.Броуновское движение 6.Наблюдение и фотографирование крупных молекул. |
| 2.Между частицами существуют силы взаимодействия. | 1.Для разрыва тела требуется усилие. 2.Две капли сливаются в одну. 3.Твердые тела и жидкости трудно сжать. |
| 3.Частицы непрерывно и хаотично движутся. | 1.Броуновское движение. 2.Диффузия. 3.Давление газа на стенки сосуда. 4.Стремление газа занять весь объём. |
| 4.Молекулы разделены промежутками. | 1.Диффузия. 2.Деформация. 3.При смешивании различных жидкостей $V_{\text{смеси}} < \sum V_{\text{отд.жидкостей}}$ |

4.Диффузия – процесс взаимного проникновения разных веществ, обусловленный тепловым движением молекул.

Скорость диффузии зависит от рода веществ и температуры.

5.Броуновское движение – тепловое движение взвешенных в жидкости (или газе) частиц.

1827г. – Р.Броун – наблюдал

1905г. – А.Эйнштейн – создал теорию

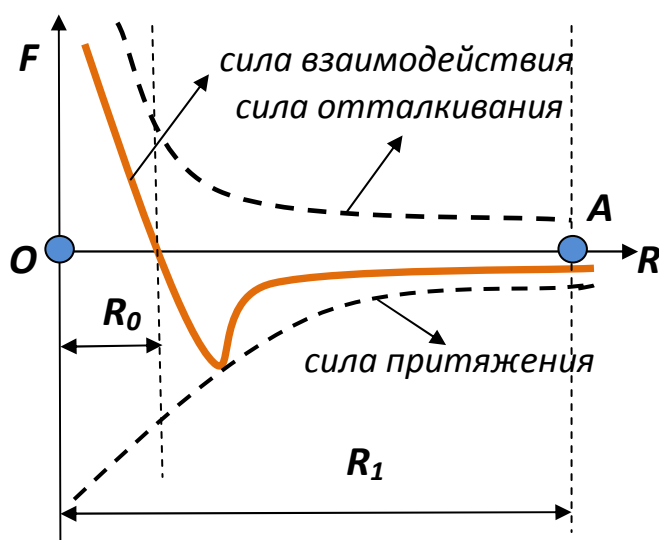
1908 – 1913г. – Ж.Перрен – подтвердил экспериментально

Причина – удары молекул о частицу не компенсируют друг друга (частицы краски в воде, пылинки в луче света)

ОК – 10.2.37

СИЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЛЕКУЛ

- а. силы притяжения и отталкивания действуют одновременно.
б. силы имеют электромагнитную природу.



т.О и т.А – две молекулы
 R_0 – сумма радиусов
 R_1 – расстояние между молекулами

$R_1 > R_0 \longrightarrow F_{\text{прит.}} > F_{\text{от.}}$

$R_1 = R_0 \longrightarrow F_{\text{прит.}} = F_{\text{от.}}$

$R_1 < R_0 \longrightarrow F_{\text{прит.}} < F_{\text{от.}}$

$F_{\text{от.}} \sim \frac{1}{R^{14}}; \quad F_{\text{прит.}} \sim \frac{1}{R^7}$

Строение веществ

| | |
|---------------------|---|
| газообразные | <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между молекулами \gg размера молекул, - $F_{\text{от.}}$ малы, - молекулы движутся от столкновения до столкновения; - неограниченно расширяются, легко сжимаются; - занимают весь предоставленный объем. |
| жидкие | <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между молекулами \gg размера молекул, - $F_{\text{от.}}$ малы, - молекулы движутся от столкновения до столкновения; - неограниченно расширяются, легко сжимаются; - занимают весь предоставленный объем. |
| твердые | <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между молекулами меньше, чем жидкостях, - сила взаимодействия и энергия – велики, - потенциальная энергия больше кинетической, - частицы плотно упакованы и образуют кристаллическую решетку, - силы притяжения и отталкивания уравновешены. |

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

1. Относительная молекулярная масса вещества.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12m_{0C}}}$$

- из таблицы Менделеева

2. Количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A} \text{ — МОЛЬ}$$

Моль – это количество вещества, содержащегося столько же молекул (атомов), сколько их содержится в 0,012 кг углерода.

В 1 моле любого вещества содержится одно и тоже число частиц

$$N_A = 6,02 * 10^{23} \text{ — МОЛЬ}^{-1} \quad \text{- число Авогадро}$$

3. Молярная масса – это масса 1 моля вещества

$$M = \frac{m}{\nu} = mN_A = \frac{mN_A}{N}$$

4. Определение молярной массы

$$M = M_r * 10^{-3} \text{ — } \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

Примеры:

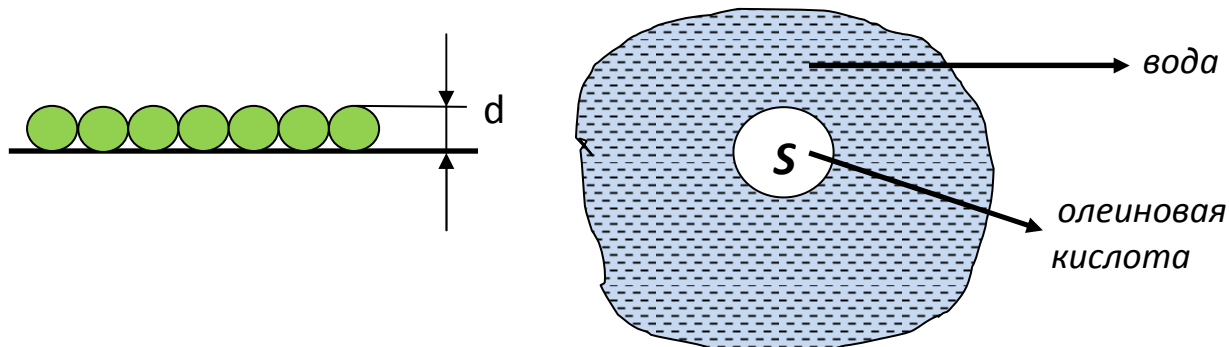
$$1. M_{\text{CO}_2} = (12 + 2*16)*10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$2. M_{\text{CH}_4} = (12 + 4*1)*10^{-3} \text{ кг/моль}$$

ОК – 10.2.39

РАЗМЕРЫ И МАССА МОЛЕКУЛ

Приблизительная оценка размеров и массы молекул



| | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Объем капли 0,5% раствора | 2мм^3 |
| 2. Объем пятна | $V = 0,005\% * 2 * 10^{-9} \text{ м}^3 = 10^{-11} \text{ м}^3$ |
| 3. Площадь пятна | $S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 * (0,2\text{м})^2}{4} = 3,14 * 10^{-10} \text{ м}^2$ |
| 4. Толщина слоя или диаметр молекулы | $d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-11} \text{ м}^3}{3,14 * 10^{-10} \text{ м}^2} = 3 * 10^{-10} \text{ м}$ |
| 5. Объем одной молекулы | $V_0 = d^3 = 2,7 * 10^{-29} \text{ м}^3$ |
| 6. Масса одной молекулы | $m_0 = \rho V_0 = 0,9 * 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 2,7 * 10^{-29} \text{ м}^3;$ $m_0 = 2,4 * 10^{-26} \text{ кг}$ |

Представить сложно!

Комната - $1 \text{ см}^3 - 10^{20}$ молекул

«Черпаком» каждую секунду по 1 млн. молекул – несколько млн. лет

ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ в МКТ

1. Модель идеального газа.

1857г. Клаузиус (нем.)

1. Молекулы газа не имеют объема – упругие шары.
2. Расстояние между молекулами $> d$.
3. Отталкивание – только при ударах.
4. Силы притяжения $\rightarrow 0$.

Идеальный газ – это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало, т.е. $E_k \gg E_p$

2. Среднее значение квадрата модуля скорости.

(движение молекул происходит в пространстве, число молекул равно $-N$)

$\overline{V^2} = \frac{V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_N^2}{N}$ – среднее значение квадрата скорости;

$V^2 = V_x^2 + V_y^2 + V_z^2$ – квадрат модуля любого вектора на оси Ox, Oy, Oz ;

$\overline{V^2} = \overline{V_x^2} + \overline{V_y^2} + \overline{V_z^2}$ – среднее значение квадратов проекций скоростей;

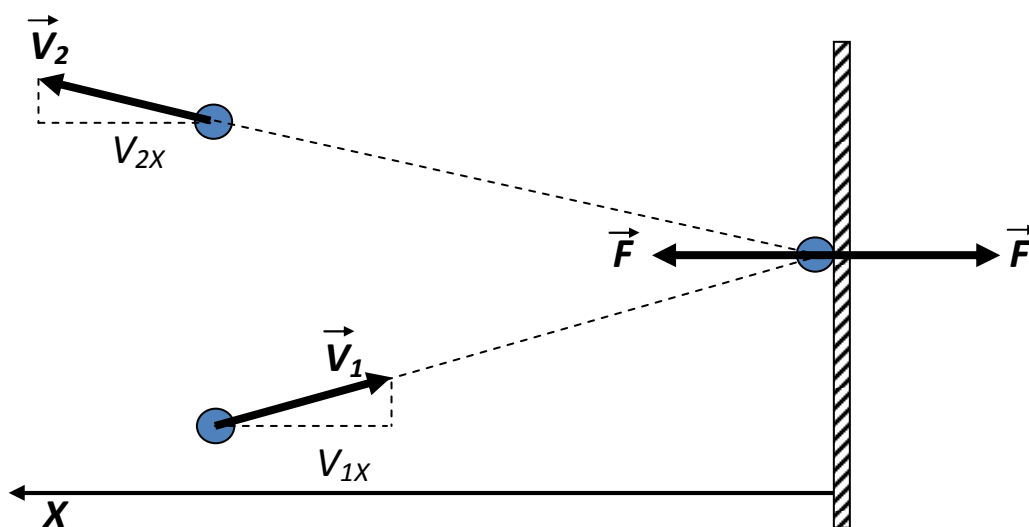
Оси **Ox, Oy, Oz** – равноправны;

$$\overline{V_x^2} = \overline{V_y^2} = \overline{V_z^2}$$

$$\overline{V_x^2} = \frac{1}{3} \overline{V^2}$$

ОК – 10.2.41

ВЫВОД ОСНОВНОГО УРАВНЕНИЯ МКТ



ОК – 10.2.42

ТЕМПЕРАТУРА

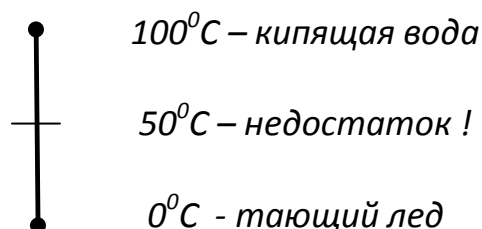
- величина, характеризующая состояние теплового равновесия.

1. Измерение температуры

- необходимо привести тело в тепловой контакт с термометром;
- термометр должен иметь массу значительно меньше массы тела;
- показания термометра следует отсчитывать после наступления теплового равновесия.

2. Термометры

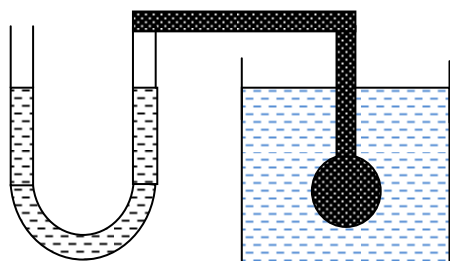
а. жидкостный (тепловое равновесие)



РАБОЧЕЕ ТЕЛО:

- ртуть от - 38°C до 260°C
- спирт от - 114°C до 78°C
- глицерин от - 50°C до 2300°C

б. газовый (изменение давления газа)



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

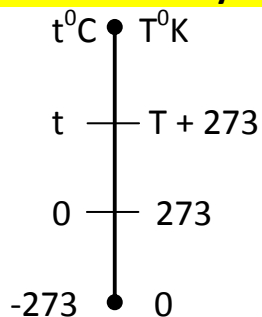
РАБОЧЕЕ ТЕЛО:

- водород
 - гелий
 - кислород
- } расширяются
} одинаково

3. Абсолютная шкала температур (в Международной системе единиц)

При $T = 0$ - E_k поступательного движения молекул равна нулю

Абсолютный нуль – достичь невозможно! T – [К] – Кельвин (Томсон); $\Delta T = \Delta t$



$$\frac{T_K}{T_{пл}} = \frac{P_K}{P_{пл}}$$

$$\frac{T_{пл} + 100}{T_{пл}} = 1,3661 \text{ – экспериментально}$$

$$T_{пл.} = 273^{\circ}K$$

ОК – 10.2.43

ТЕМПЕРАТУРА

1. Физический смысл температуры

$$P \sim n; P \sim T; P \sim nT; \quad P = \frac{2}{3} n \bar{E}; \quad knT = \frac{2}{3} n \bar{E}$$

$$T = \frac{2}{3} \frac{1}{k} \bar{E}$$

Температурой называют скалярную величину, характеризующую интенсивность теплового движения молекул изолированной системы в условиях теплового равновесия, пропорциональную средней кинетической энергии поступательного движения молекул.

2. Постоянная Больцмана (экспериментально)

$$p = knT = k \frac{N}{V} T; \quad k = \frac{PV/N}{T}; \quad \frac{PV}{N} = \text{const};$$

$$\frac{P_2 V_2}{N_2} = 5,14 * 10^{-21} \text{ Дж} - \text{при } 100^\circ\text{C}; \quad \frac{P_1 V_1}{N_1} = 3,76 * 10^{-21} \text{ Дж} - \text{при } 0^\circ\text{C};$$

Разность равна $1,36 * 10^{-21}$ Дж

$$k = \frac{1,36 * 10^{-21} \text{ Дж}}{100 \text{ К}} = 1,36 * 10^{-23} \frac{\text{ Дж}}{\text{ К}}$$

3. Скорость молекул газа.

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT;$$

$$\bar{E} = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2};$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

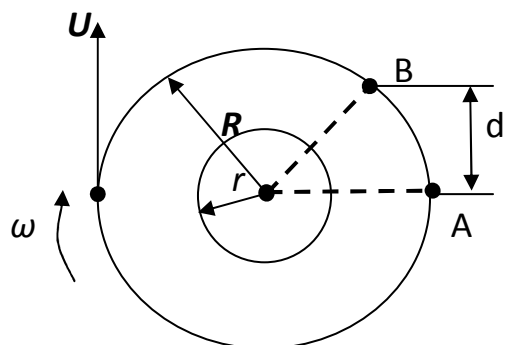
- средняя квадратичная скорость
(«три кота на мясо»)

$$V_{\text{водорода}} = 1800 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{азота}} = 500 \text{ м/с}$$

Физики XIX в. – **ошеломлены!**

4. Опыт Штерна (1920г.)



$$d = U * t = \omega * R * t$$

$$t = \frac{d}{\omega R}; \quad V = (R - r)t$$

$$V = \frac{\omega R(R - r)}{d}$$

$V_{\text{серебра}} \approx 650 \text{ м/с}$

Слой серебра в т.В размытый, т.к. скорости молекул различны

ОК – 10.2.44

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

- уравнение, связывающее P , V , T и характеризующее состояние данной системы газа.

$$P = nkT = \frac{N}{V}kT; \quad \frac{PV}{T} = Nk = const;$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

- **уравнение Клайперона** (1834г.)
(для $m = const$)

$$N = \frac{m}{M}N_A; \quad \frac{PV}{T} = \frac{m}{M}kN_A;$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

- **универсальная газовая постоянная**

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

- **уравнение Клайперона-Менделеева** (1874г.)
(для произвольной массы газа)

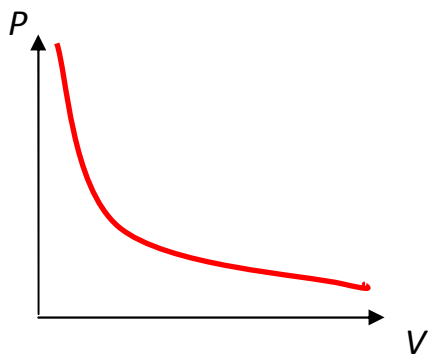
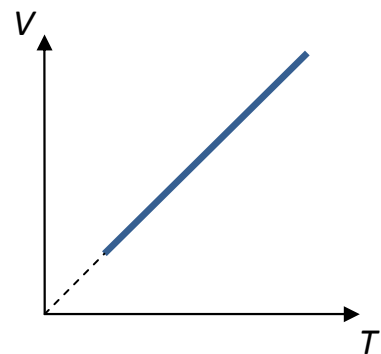
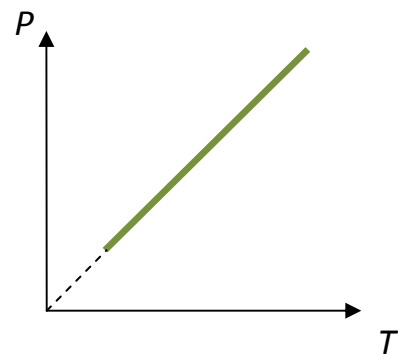
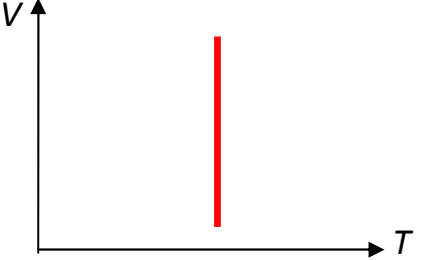


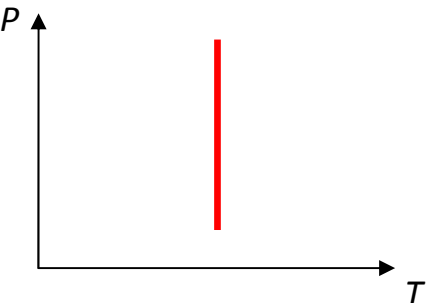
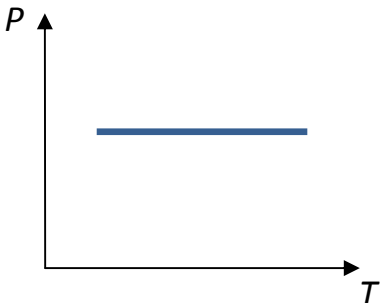
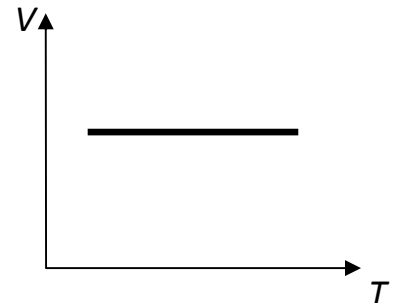
Нормальные условия

$$P_{\text{н.у.}} = 10^5 \text{ Па}$$

$$T_{\text{н.у.}} = 273 \text{ К}$$

$$V_0 = 22,4 * 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$$

ИЗОПРОЦЕССЫ

| | | |
|--|---|---|
| <p>Изотермический (закон Бойля-Мариотта) 1662г. 1667г. $T, m, M = const$</p> | <p>Изобарный (закон Гей-Люссака) 1802г. $P, m, M = const$</p> | <p>Изохорный (закон Шарля) 1787г. $V, m, M = const$</p> |
| $PV = const$ | $\frac{V}{T} = const$ | $\frac{P}{T} = const$ |
| $P_1V_1 = P_2V_2$ | $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ | $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$ |
| <p>Произведение P данной массы газа на его V – постоянно, если T газа не меняется</p> | <p>V данной массы газа при постоянном P пропорционален T</p> | <p>P данной массы газа при постоянном V пропорционален T</p> |
| ИЗОТЕРМЫ | ИЗОБАРЫ | ИЗОХОРЫ |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

При высоких давлениях и низких температурах наблюдаются отклонения от законов

Повторим теорию!**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МКТ**

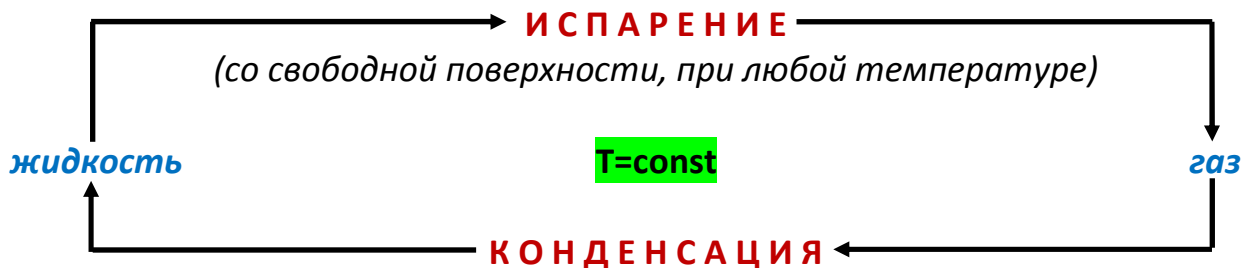
1. Что изучает молекулярная физика? Что такое МКТ? Расскажите краткую историю развития этой теории.
2. Первое положение МКТ и его опытное обоснование.
3. Второе положение МКТ и его опытное обоснование.
4. Третье положение МКТ и его опытное обоснование.
5. Четвертое положение МКТ и его опытное обоснование.
6. Что называется диффузией и от чего зависит скорость протекания диффузии?
7. Что называют броуновским движением и каковы причины такого движения?
8. Какую природу имеют силы взаимодействия между молекулами? Как зависят силы взаимодействия двух изолированных молекул от расстояния между ними? Приведите график этой зависимости.
9. Каковы особенности строения газов?
10. Каковы особенности строения жидкостей?
11. Каковы особенности строения твердых тел?
12. Что такое относительная молекулярная масса вещества и как её определить?
13. Что называется количеством вещества? В каких единицах выражается?
14. Что показывает постоянная Авогадро? Чему равно её значение?
15. Что такое молярная масса вещества? В каких единицах она выражается? По какой формуле вычисляется?
16. Расскажите о способе определения размеров и массы молекулы.
17. Какой газ называют идеальным? Каким условиям он должен удовлетворять?
18. Среднее значение квадрата модуля скорости на ось.
19. Вывод основного уравнения МКТ?
20. Что называется температурой и как её измерить?
21. Термометры – жидкостный и газовый.
22. Что такое абсолютная шкала температур и что такое абсолютный ноль?
23. Каков физический смысл температуры?
24. Каков физический смысл постоянной Больцмана и чему равно её значение?
25. От чего зависит средняя квадратичная скорость движения молекул и чему равна она для молекул водорода и кислорода?
26. Опишите опыт Штерна?
27. Что называют основным уравнением идеального газа? Запишите уравнение Клайперона и выведите уравнение Клайперона-Менделеева.
28. Чему равно давление и температура при нормальных условиях?
29. Какие процессы называют изопроцессами?
30. Закон Бойля-Мариотта. Какой закон подчиняется этому закону?
31. Закон Гей-Люссака. Какой процесс подчиняется этому закону?
32. Закон Шарля. Какой процесс подчиняется этому закону?
33. При каких условиях наблюдаются отклонения от законов Бойля-Мариотта, Гей – Люссака, Шарля?

РАЗДЕЛ - 2**БЛОК - 6****БЛОК - 6****ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ.
СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

| Содержание опорного конспекта | Стр. № | Параграфы учебника | Лист - 6 |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|
| ОК – 10.2.46 | 15 | §70,71 | №1 – 6 |
| 1.Испарение и конденсация | | | |
| 2.Насыщенный пар | | | |
| 3.Свойства насыщенного пара | | | |
| ОК – 10.2.47 | 16 | §71 | №7 – 9 |
| 1.Кипение | | | |
| 2.Особенности жидкости при кипении | | | |
| ОК – 10.2.48 | 17 | §72 | №10 – 16 |
| 1.Влажность воздуха | | | |
| 2.Приборы для измерения влажности | | | |
| ОК – 10.2.49 | 18 | §73,74 | №17 – 22 |
| 1.Свойства твердых тел | | | |
| 2.Анизотропия. Изотропия | | | |
| 3.Виды кристаллических решеток | | | |
| ОК – 10.2.50 | 19 | - | №23 - 28 |
| 1.Деформация | | | |
| 2.Закон Гука | | | |
| 3.Диаграмма растяжений | | | |

ОК – 10.2.46

ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

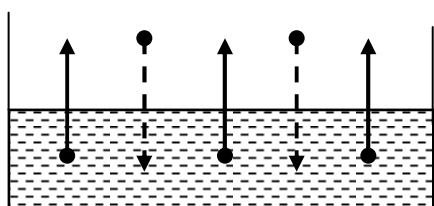


Скорость испарения зависит от

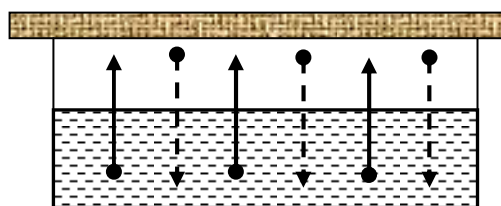
- рода жидкости
- температуры
- от S поверхности
- от V воздуха

При испарение происходит понижение T

Насыщенный пар



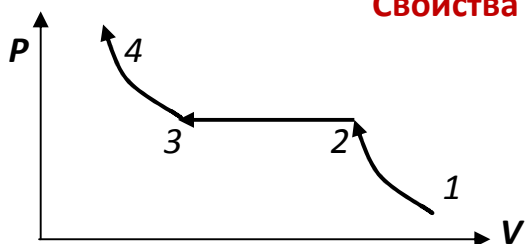
(нет равновесия)



(динамическое равновесие)

Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется **насыщенным**

Свойства насыщенного пара



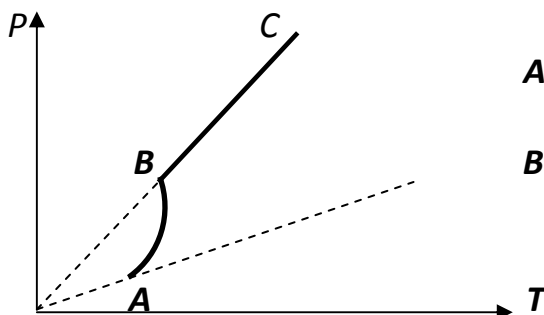
1-2 – ненасыщенный

2-3 - насыщенный

3-4 - жидкость

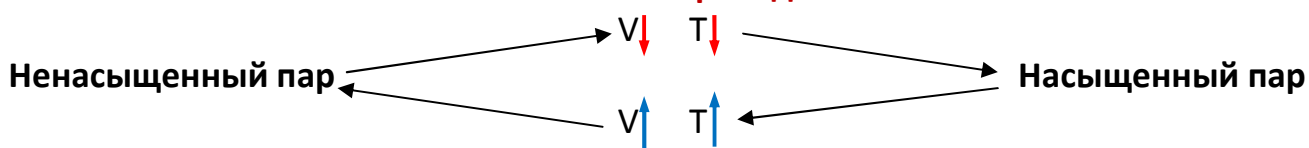
1. Реальный газ можно перевести в жидкость
2. При $T=const$, n – не зависит от V , а следует, что P не зависит от V
(участок 2-3, закон Бойля-Мариотта не выполняется)
3. $P_{\text{нас.пара}}$ ЗАВИСИТ ОТ **рода жидкости**
4. $P_{\text{нас.пара}}$ ЗАВИСИТ ОТ **температуры**

ОК – 10.2.47

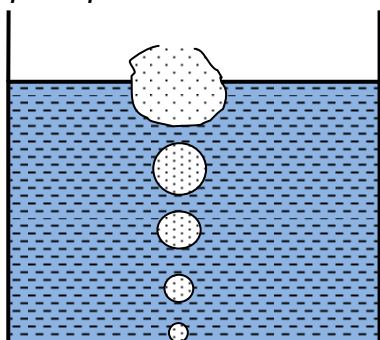
Зависимость давления насыщенного пара от температуры

АВ — насыщенный пар — Закон Шарля не выполняется

В С — ненасыщенный пар

Условия перехода**КИПЕНИЕ**

- парообразование со всего объема жидкости при определенной температуре



1. Пузырьки ($t \uparrow - P_{н.п.} \uparrow - V \uparrow - F_A \uparrow$)

2. Шум (пузырьки лопаются)

3. Пар

4. Жидкость кипит ($P_{н.п.} = P_{внешнему}$)
(вода — $P_{атм.} = 10^5 \text{ Па}$, $P_{н.п.} = 10^5 \text{ Па}$, $t_{кип.} = 100^\circ \text{C}$)

Особенности жидкости при кипении

1. Чем выше $P_{атм.}$, тем выше $t_{кип.}$

- паровой котел $P_{атм.} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $t = 200^\circ \text{C}$ — вода не кипит!

- автоклавы (стерилизация медицинских инструментов)

2. Чем меньше $P_{атм.}$, тем ниже $t_{кип.}$

- откачать воздух и вода кипит при комнатной температуре

- на высоте 7134 м, $t_{кип.} = 70^\circ \text{C}$

3. Различие температур кипения жидкостей определяется различием в $P_{н.п.}$

- при $t = 100^\circ \text{C}$ — $P_{н.п.}$ воды = 760 мм.рт.ст., а ртути — 0,28 мм.рт.ст.

- $t_{кип.}$ ртути = $356,58^\circ \text{C}$

4. Температура кипения зависит от наличия примесей

- если вода содержит 40% соли, $t_{кип.} = 108^\circ \text{C}$

ОК – 10.2.48

ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

- содержание водяного пара в атмосфере

1 год – $4,25 * 10^{14}$ т

1. Парциальное давление (P_n) – давление, которое производил бы водяной пар при отсутствии остальных газов.

2. Абсолютная влажность – показывает количество водяного пара в ед. объема (т.е. плотность водяного пара)

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

3. Относительная влажность – величина, равная отношению P_n при данной температуре, к давлению насыщенного пара P_0 при той же температуре

$$\varphi = \frac{P_n}{P_0} * 100\%$$

или

$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_0} * 100\%$$

4. Точка росы (t_p) – температура, при которой водяной пар становится насыщенным

Если $t = t_p$, то конденсация паров (туман, роса)

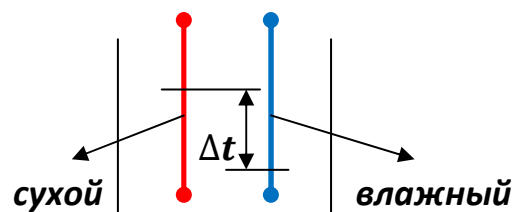
Пример: $t_{\text{воздуха}} = 25^{\circ}\text{C}$ – $P_0 = 3,17 * 10^3 \text{ Па}$ (таблица)

$t_{\text{росы}} = 10^{\circ}\text{C}$ – $P_n = 1,22 * 10^3 \text{ Па}$ (таблица)

$$\varphi = \frac{1,22 * 10^3 \text{ Па}}{3,17 * 10^3 \text{ Па}} * 100\% = 40\%$$

5. Приборы для определения влажности

1. Гигрометр волосной (φ)
2. Гигрометр Ламбрехта (t_p , φ)
3. Психрометр (гр. «психриа» - холод)



таблица

6. Субъективное ощущение влажности человеком

Сухо

< 40%

Норма

40 – 60%

Влажно

> 60%

7. Учет и использование

1. Погода.
2. Самочувствие.
3. Музеи.
4. Жизнь растений

ОК – 10.2.49

СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ**ТВЁРДЫЕ****КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ****АМОРФНЫЕ***стекло, бетон, пластмассы***Свойства**

1. Нет кристалл. структуры
2. «Ближний» порядок
3. Изотропны
4. Не имеют пост. T плавления
5. При повышении T – «текут»
6. При низких T – св-ва тв. тел
7. При высоких T – св-ва жидкостей

Монокристаллы*кварц, алмаз***Поликристаллы***металлы,
сахар,
соль***Анизотропия**

зависимость физических свойств от выбранного в кристалле направления
(графит, слюда)

Изотропия

одинаковые физ. свойства по всем направлениям
(газы, жидкости)

Свойства

1. Правильная кристаллическая форма
2. «Дальний порядок»
3. Определенная T плавления
4. Постоянство углов между ребрами

Виды кристаллических решеток

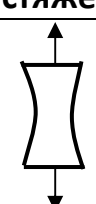
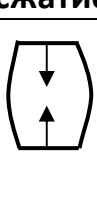
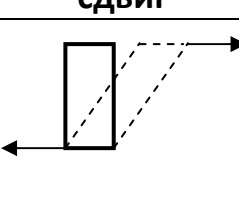
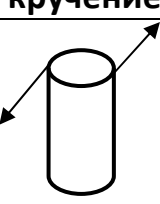
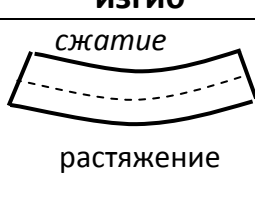
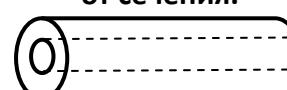
- ионные ($NaCl$)
- атомные (алмаз)
- металлические (Cu)
- молекулярные (лёд)

ОК – 10.2.50

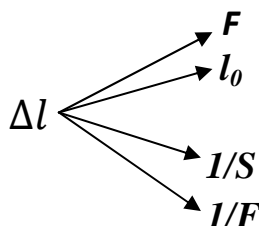
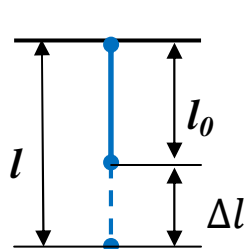
ДЕФОРМАЦИЯ

- изменение формы и объёма тела под действием внешних сил

1. Виды деформаций

| растяжение | сжатие | сдвиг | кручение | изгиб |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| <p>Тросы, Канаты, Цепи</p> | <p>Колонны, Заклепки, Фундамент</p> | <p>Болты, Заклёпки, (если угол большой, то срез)</p> | <p>Гайки, Валы, оси</p> | <p>Нейтральный слой! (экономия металла) Прогиб зависит от сечения.</p>  <p>«ЧЕМПИОН»</p> |

2. Закон Гука (1660г.-экспериментально!)



$$\Delta l = \frac{F l_0}{E S}$$

$$\frac{F}{S} = \frac{\Delta l E}{l_0}$$

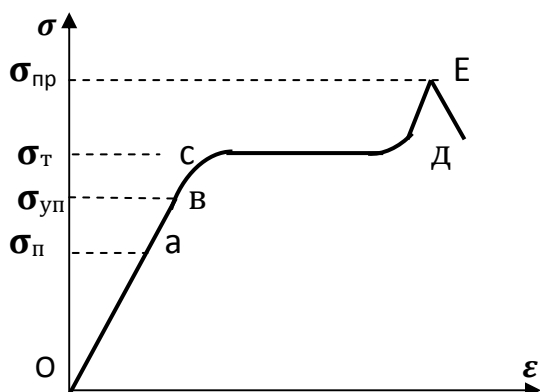
$$\sigma = \frac{F}{S} \text{ — механическое напряжение}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \text{ — отн. удлинение}$$

$$\sigma = |\varepsilon| E$$

- при малых деформациях механическое напряжение прямо пропорционально относительному удлинению

3. Диаграмма растяжений



σ_n – (оа) – упругая деформация, закон Гука выполняется
 $\sigma_{уп}$ – (ав) – σ непропорционально ε
 σ_T – (сд) – материал «течет»
 если участок значителен, то материалы пластичные (медь, золото, пластилин),
 если (сд) отсутствует - хрупкие материал (бетон, кирпич, чугун)
 $\sigma_{пр}$ – (т.Е) – предел прочности - разрушение

Повторим теорию!**ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ.
СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ ТЕЛ.**

1. Что называется испарением и конденсацией? Как происходит испарение? Что можно сказать о температуре при испарении?
2. От чего зависит скорость испарения?
3. Какой пар называется насыщенным?
4. Опишите механизм превращения пара в жидкость. Приведите при этом зависимость давления от объёма.
5. Каковы свойства насыщенного пара?
6. Как можно перевести насыщенный пар в ненасыщенный и наоборот?
7. Какой процесс называется кипением? Каковы признаки кипения? При каком условии жидкость кипит?
8. Что можно сказать о температуре кипения в зависимости от давления?
9. Почему разные жидкости имеют равную температуру кипения? Зависит ли температура кипения от примесей?
10. Что называют влажностью воздуха?
11. Что называют парциальным давлением?
12. Что называют абсолютной влажностью?
13. Что называют относительной влажностью?
14. Что называют точкой росы? При каком условии появляются туман, роса?
15. Расскажите об устройстве гигрометра Ламбрехта.
16. Расскажите об устройстве психрометра.
17. На какие два вида можно разбить твердые тела?
18. Какие тела называют аморфными, что к ним относится, какими свойствами они обладают?
19. Что такое анизотропия, каким веществам она присуща?
20. Что такое изотропия, каким веществам она присуща?
21. Какими свойствами обладают кристаллические тела?
22. Виды кристаллических решеток.
23. Что называют деформацией?
24. Виды деформаций, какие детали испытывают эти виды?
25. Что называется относительным удлинением?
26. Что называется механическим напряжением?
27. Закон Гука.
28. Диаграмма растяжений.

РАЗДЕЛ - 2**БЛОК - 7****БЛОК - 7****ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ**

| Содержание ОК | Стр. № | Параграфы учебника | Лист - 7 |
|---|-----------|-----------------------|----------|
| ОК – 10.2.51 | 22 | §75,76,77 | №1 - 17 |
| 1.Что изучает термодинамика? | | | |
| 2.Внутренняя энергия. | | | |
| 3.Внутренняя энергия идеального газа. | | | |
| 4.Работа в термодинамике. | | | |
| ОК – 10.2.52 | 23 | §78,79 | №18 - 24 |
| 1.Первый закон термодинамики. | | | |
| 2.Применение первого закона термодинамики | | | |
| 3.Адиабатный процесс. | | | |
| ОК – 10.2.53 | 24 | §82 | №25 - 30 |
| 1.Тепловые двигатели. | | | |
| 2.Принцип работы тепловых двигателей. | | | |
| 3.Идеальная машина Карно. | | | |

ОК – 10.2.51

ТЕРМОДИНАМИКА

-изучает свойства тел без использования свойств частиц

1. Внутренняя энергия

$$U = E_{\text{к}} + E_{\text{п}}$$

«А» ← Способы изменения U → Теплопередача

↓
теплопроводность,
конвекция, излучение

2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа (гелий, аргон, неон)

$$U = N E_{\text{к}}; \quad N = \frac{m}{M}; \quad E_{\text{к}} = \frac{3}{2} kT;$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

3. Количество теплоты.

$Q = qm$ – сгорание топлива;

$Q = cm\Delta t$ – нагревание, охлаждение;

$Q = \lambda m$ – плавление, отвердевание;

$Q = Lm$ – парообразование, конденсация;

q – уд. теплота сгорания;

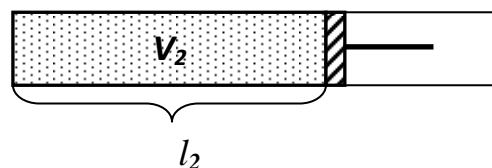
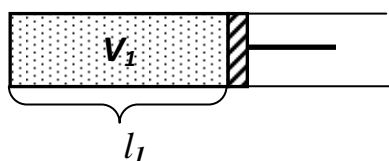
c – уд. теплоемкость;

λ – уд. теплота плавления

L – уд. теплота парообразования

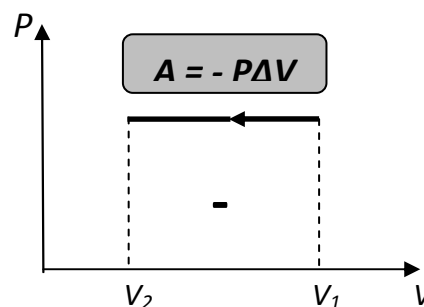
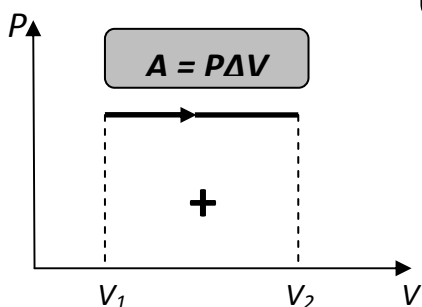
4. Работа в термодинамике.

P - const



$$A = F \Delta l \cos \alpha; \quad F = PS; \quad A = PS \Delta l; \quad V = S \Delta l$$

$$A = P \Delta V$$

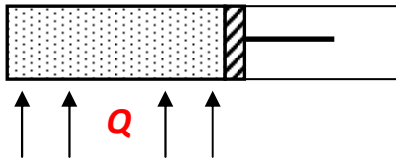


Изохорный процесс - $\Delta V = 0$; $A = 0$

ОК – 10.2.52

ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

- закон сохранения и превращения энергии для тепловых процессов



$$Q = \Delta U + A$$

Количество теплоты, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии и на совершение телом работы над внешними силами/

$$A = Q - \Delta U; \quad Q = 0; \quad A = - \Delta U \longrightarrow \text{«ВЕЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»?!}$$

Применение к различным процессам

1.Изобарный

$$P = const; \quad Q = \Delta U + A$$

2.Изохорный

$$V = const; \quad A=0; \quad Q = - \Delta U$$

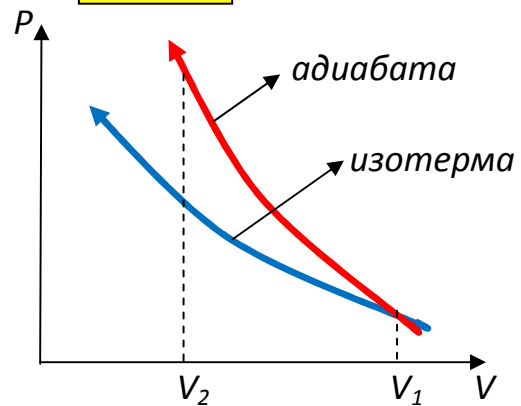
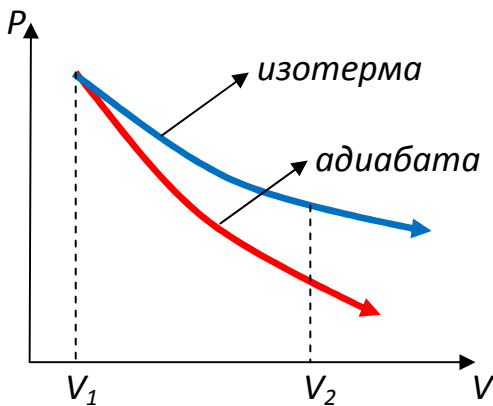
3.Изотермический

$$T = const; \quad \Delta U = 0; \quad Q = A$$

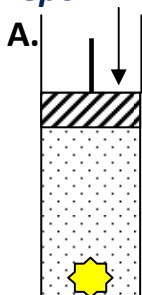
4.Адиабатный

(без теплообмена с окружающей средой $Q = 0$)

$$\Delta U = A$$



Примеры:



«А» быстро эфир воспламеняется

Б. двигатель **ДИЗЕЛЯ**

В. охлаждение газа (облака)

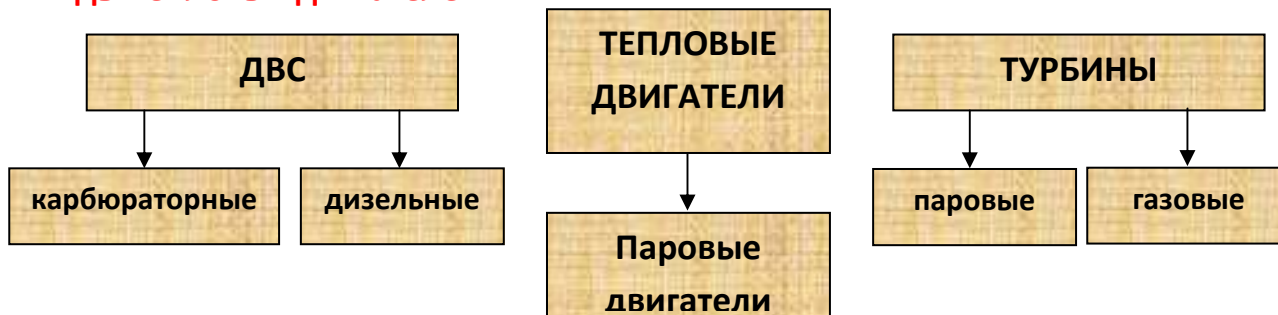
«Пепси – Кола»

ОК – 10.2.53

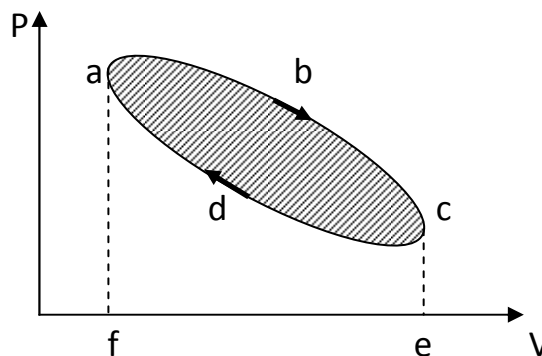
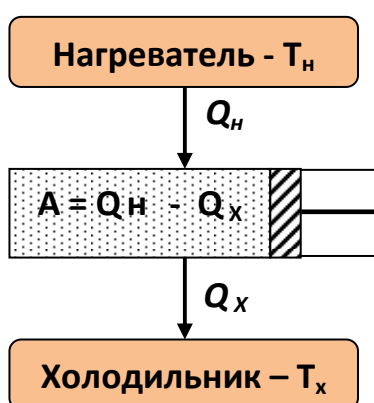
ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

- машины, преобразующие теплоту сгорания топлива в мех.энергию

1. Виды тепловых двигателей.



2. Принцип работы теплового двигателя.



Тепловой двигатель работает циклично

ABC – расширение, $A = Sabcef$

CDA – сжатие, $A' = Sadcef$

$$A_{\text{полезная}} = A - A' (= Sadcef)$$

3. КПД тепловых двигателей.

$$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} 100\%$$

4. Идеальная тепловая машина Карно (фр. – 1824г.)

(Рабочим телом является идеальный газ)

$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} 100\% < \eta \text{ реальных Т. Д.}$$

(нельзя осуществить условие $T_n \rightarrow \infty$; $T_x = 0$)

Повысить КПД можно за счет уменьшения трения, потерь топлива.

КПД – ДВС – 25 – 35 % ; КПД – паросиловых установок – 40%

Повторим теорию!**ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ**

1. Что изучает термодинамика?
2. Что такое внутренняя энергия?
3. Чем отличается внутренняя энергия идеального газа от внутренней энергии реального газа?
4. выведите формулу внутренней энергии одноатомного идеального газа.
5. Как определить внутреннюю энергию одноатомного идеального газа через давление и объём?
6. Моль какого газа - водорода или гелия – при одинаковой температуре имеет большую внутреннюю энергию? Почему?
7. Назовите два способа изменения внутренней энергии.
8. Что называется теплопередачей? Как осуществить теплопередачу?
9. Что называется количеством теплоты?
10. Напишите формулу для расчета количества теплоты, необходимого для нагревания тела или отдаваемого при его охлаждении.
11. Что называется удельной теплоемкостью вещества? В каких единицах измеряется?
12. По какой формуле определяют количество теплоты, затраченное на превращение в пар произвольной массы жидкости и выделяемое при конденсации пара в жидкость?
13. Что называют удельной теплотой парообразования? В каких единицах измеряют?
14. По какой формуле определяют количество теплоты, затраченное на плавление кристаллического тела произвольной массы или выделяемой при отвердевании этого тела?
15. Что называют удельной теплотой плавления? В каких единицах измеряют?
16. По какой формуле определяют количество теплоты, выделяемое при полном сгорании топлива?
17. Что называют удельной теплотой сгорания топлива? В каких единицах измеряют?
18. Чему равна работа внешних сил, действующих на газ?
19. Чем отличается работа, совершаемая внешними силами над газом, от работы газа над внешними силами?
20. Объясните, как графически определяют работу изобарного расширения газа?
21. Чему равна работа газа при изохорном процессе?
22. Что называют первым законом термодинамики? Как записывают и формулируют этот закон?
23. Как записывают первый закон термодинамики для изопроцессов?
24. Какой процесс называют адиабатным? При каких условиях он осуществляется? Приведите примеры осуществления адиабатного процесса.
25. Что называют тепловым двигателем?
26. Нарисуйте и объясните блок-схему устройства тепловых двигателей.
27. По какой формуле определяют работу совершаемую двигателем?
28. Что называется КПД теплового двигателя? Запишите и объясните формулу КПД теплового двигателя.
29. По какой формуле определяется КПД идеальной тепловой машины?
30. Каков КПД паросиловых установок и двигателей внутреннего сгорания?