

# Физика зачет

## Билет 1

Термодинамич. система. Внутренняя энергия и способы её изменения. Нулевое начало ТД. Работа газа в изобар. процессе, в произвольной.

Термодинамика — раздел физики, изучающий тепловые явления без учета молекулярного строения в-ва

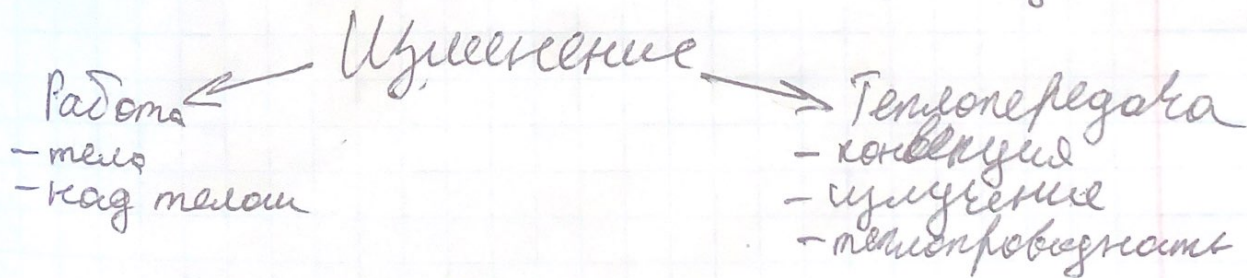
Термодинамич. система — тело(или их совокупность), способное обмениваться с другими телами энергией / в-вом

Внутренняя энергия тела — сумма кин. энергии движения молекул относительно центра масс и потенциальной взаимодействия молекул

$$\text{В идеальном газе } E_{\text{п}} = 0 \Rightarrow U = \sum_i E_{ki} \Rightarrow \bar{E}_k = \frac{3}{2} kT \Rightarrow \\ \Rightarrow U = N \bar{E}_k$$

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \Rightarrow N = \frac{m N_A}{M}$$

$$\Rightarrow U = N_A \cdot \frac{m}{M} \cdot \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \nu R T \rightarrow \begin{array}{l} \text{Внутр. } E \\ \text{идеального газа} \end{array}$$



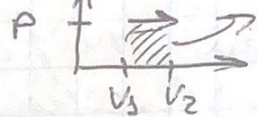
Ничего не начав ТД - физ. принцип, утверждающий, что вне зависимости от начального состояния системы в итоге в ней (при постоянных внешних условиях) установится ТД равновесие, будет одинаковая  $T$

ТД равновесие - состояние, при котором все макроскопические параметры системы будут долго не меняться

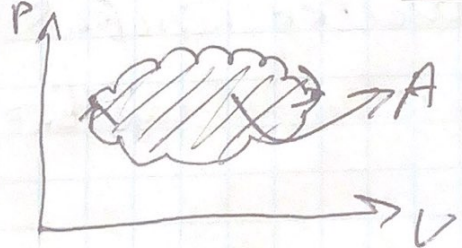
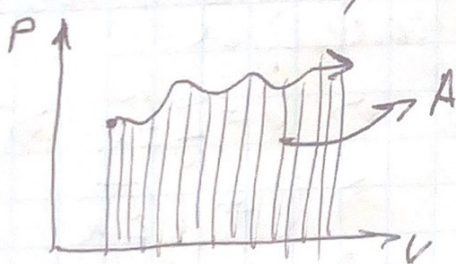
MC параметры -  $\alpha$ -ки, от группы координат

Работа газа в  $P = \text{const}$   $\rightarrow F \cdot l = p \cdot S \cdot \Delta h$  (в ударной)

А газа = -А на газ газин =  $p \Delta V$   $A = S \cdot \text{ног}$  ударн



в  $V = \text{const}$   $A = 0$ , в остальных  $A = S \cdot \text{ног}$  уд



## Билет 2

Первое начало ТА. Его применение к циклическим и адиабатам. Молярная теплоемкость газа в циклических. Ур-ние Майера.

2ое начало ТА - утверждает, что энтропия  $E$  является функцией пути ( $\Delta S$ )

$\Downarrow$   $E$  при теплопередаче =  $Q$  (какая-то теплота)

$\Leftarrow$  Закон сохранения  $E$  для системы

$\Downarrow$   $Q_{\text{внеш}} = \Delta U + A_{\text{газа}} \rightarrow$  1ый закон ТА

$$T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = A$$

$$V = \text{const} \Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$P = \text{const} \Rightarrow A = p \Delta V = \nu R \Delta T, U = \frac{3}{2} \nu R T \Rightarrow Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\text{адиабата} \Rightarrow Q = 0 \Rightarrow A = -\Delta U$$

(Демонстрация)

Молярная теплоемкость газа - отношение теплоемкости к кол-ву  $\nu$   $\parallel$  ф-лу. вел., или равная кол-ву теплоты, что надо сообщить газу при нагревании на  $\Delta K$ .

$$C_V = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \text{с. М}$$

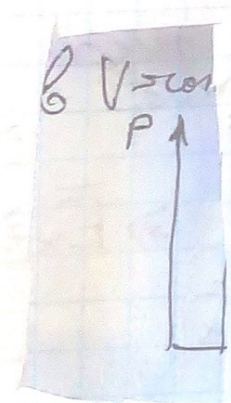
$\left\{ \begin{array}{l} \text{в } Q=0 \quad C_V=0, \text{ в } \Delta T=0 \quad C_V \rightarrow \infty, \end{array} \right.$

1. isobarische wärme

$$R = C_p - C_v$$

$\downarrow$   $\downarrow$   
 $\Delta P > 0$   $\Delta V > 0$

~~$\Delta V = 0$~~   
 ~~$\Delta P > 0$~~     ~~$Q = \Delta U$~~   
 ~~$Q = \Delta U + P \cdot \Delta V$~~     ~~$Q = \Delta U + P \cdot \Delta V$~~

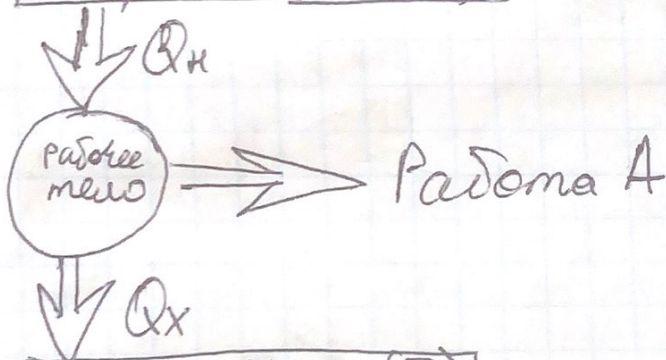


## Билет 3

Тепловая машина. Принципы конструирования. КПД. Идеальная ТМ. КПД в цикле Карно. Теорема Карно (формулировка). Второе начало ТЗ

Тепловая машина — устройство, преобразующее тепловую энергию в механическую работу

Нагреватель ( $T_H$ )



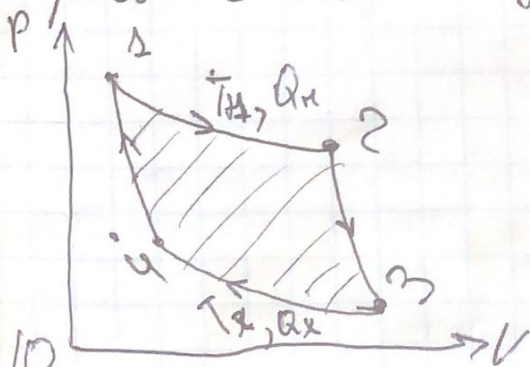
$$Q_H = A + Q_X$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$$

$$= 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$$

Холодильник ( $T_X$ )

Идеальная ТМ (Карно цикл)  
рабочее тело — идеальный газ



$$\sum \Delta T = 0 \text{ и } \sum Q = 0$$

1-2 и 3-4

$$\eta_{\text{MAX}} = \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

→ больше быть не может

Т Карно КПД в том цикле не зависит от природы рабочего тела и конструкции двигателя

Второе название ТА - закон об  
энтропии и ее св-вах

→ функция состояния ТА имеет  
абсолютное Т

# Билет 4

Реальный газ. Влажность. Абсолютная и относительная влажность.  
 Утечки реального газа.  
 Связь звуковых соотношений.  
 Уравнение Ван-дер-Ваальса

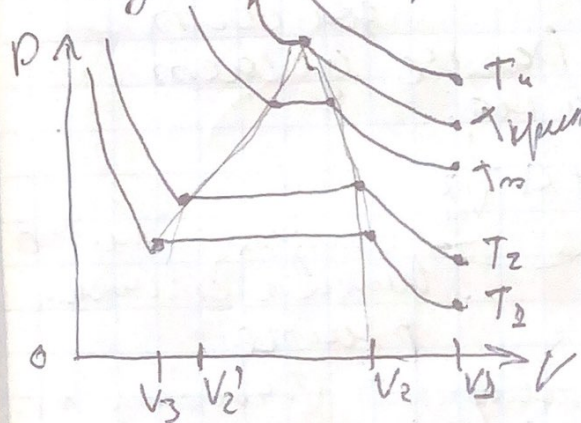
Реальный газ - газобратная форма реального в-ва

Влажность  $\rightarrow$  относительная  $\varphi = \frac{p_{\text{нап пара}}}{p}$   
 $\rightarrow$  абсолютная  $\rho = \frac{m_{\text{пара}}}{V}$

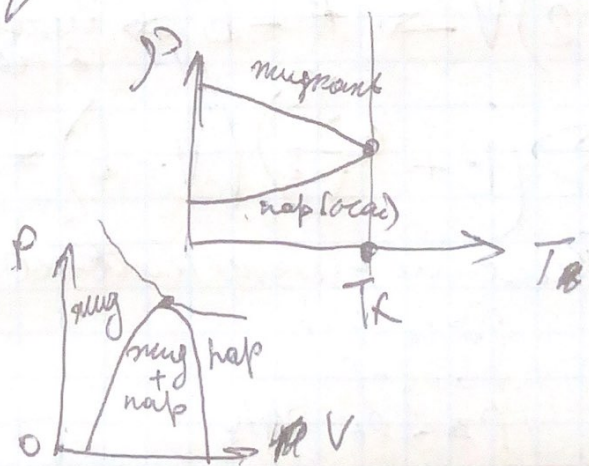
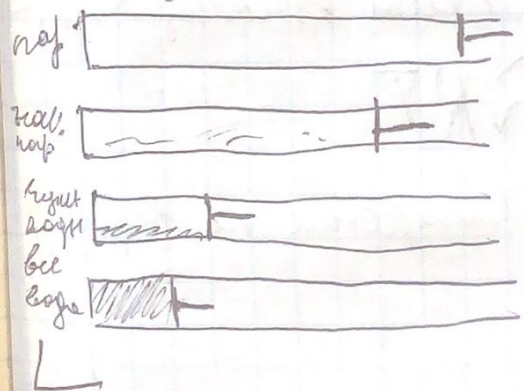
Близость к насыщению  $\rightarrow$  влажность

$T_p$  - точка росы (когда  $\varphi \rightarrow 100\%$ )

Утечки реального газа



$T_4 > T_A$   
 $\Rightarrow$  никогда не конденсируется  
 $\rightarrow$  при сж-ии пара и миграции не разветвится



\*)

Испарение - переход <sup>л-ва</sup> жидкого или твердого в газообразное на открытой поверхности

$\Gamma_{жид}$  от:  $-\Gamma_{жид} - \Gamma_{нов} - \Psi - \text{л-ва}$

Конденсация = (Испарение)<sup>-1</sup>

Условия исп:  $\vec{E}_k > \bar{E}_k$   
•  $\vec{v}$  направлен паровую  
• порогичный след мигрант/пар

При исп  
 $N_{\downarrow} \downarrow N_{\uparrow}$

$N_{\downarrow} > N_{\uparrow}$  исп. возвр.  $\Rightarrow$  перенасыщ.

$N_{\downarrow} = N_{\uparrow}$  исп. возвр.  $\Rightarrow$  насыщ.

$N_{\downarrow} < N_{\uparrow}$  исп. возвр.  $\Rightarrow$  перенасыщ.

Область двухфазных состояний  $\rightarrow$  два сист

$pV = \nu RT \Rightarrow$  Ван дер Ваальс делает поправки на:

1)  $p \Rightarrow +a \frac{\nu^2}{V^2} = +a \frac{1}{V_m}$   
 $\rightarrow$  сила на молекулу к стенкам р-клет

2)  $V \Rightarrow -b \rightarrow$  суммарный  $\nu$  молекулы, н.к. в нем нет взаимодействия

$$\Rightarrow \left(p + a \frac{\nu^2}{V^2}\right)(V - b) = \nu RT$$

\* Кипение - интенсивное испарение по всему V

$\uparrow$   
OOO

$$P \geq P_A + \rho g h$$

$$P = P_B + P_0$$

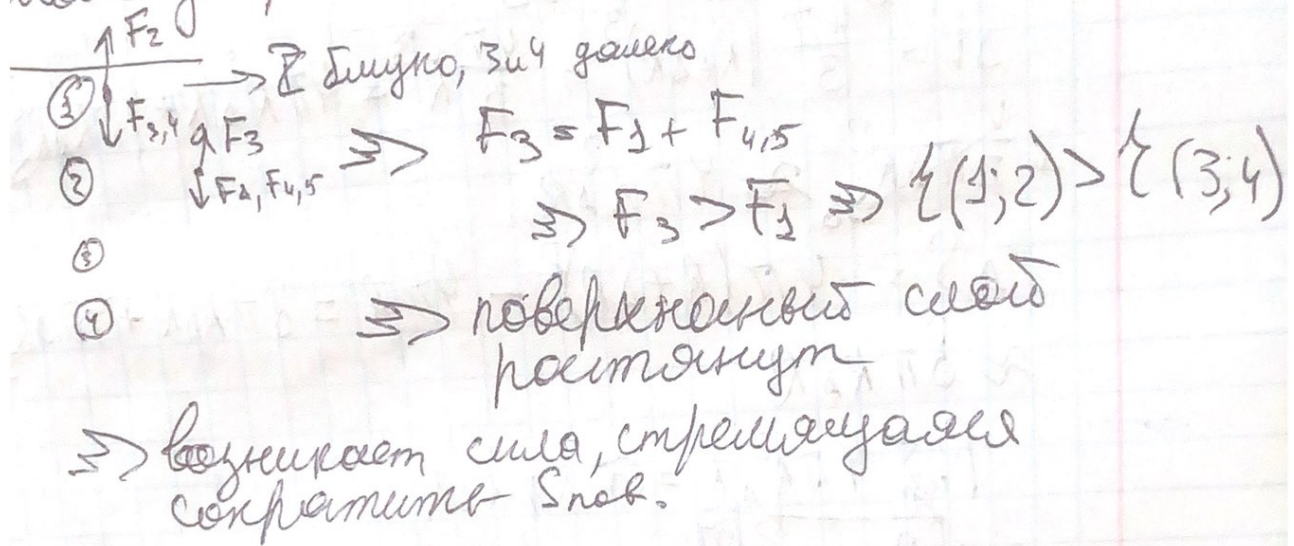
$$P_B < P_A + \rho g h$$



# Билет 5

обратное сопротивление. (сила  
 обратного сопротивления.  
 явление по циркуляции пов-стью.  
 амперные единицы.

Молекулярная картина пов. слоя



$\sigma$  → коэф пов. натяжения

$\sigma = \frac{\Delta \gamma}{\Delta S} = \frac{A}{\Delta S}$  → вн. см при  $T = const$  (+ текстом)

Сила пов. натяжения — сила, которая действует со стороны пов-сти жидкости на граничащую с ней объект и направлена по кас. к поверхности жидкости перпендикулярно участку контура, ограниченного пов-стью жидкости в сторону сокращения поверхности жидкости



$$A = F_{г.р} \cdot h = 2 F_{н.н} \cdot h = \Delta U = U_2 - U_1 = (\sigma S_2 - \sigma S_1) = \sigma (2l \cdot h)$$

$$2l \cdot h \sigma = 2 F_{н.н} \cdot h \Rightarrow F_{н.н} = \sigma \cdot l$$

# Капиллярные, Давление под кривой



$T = \text{const}$ ,  $A' = -A \rightarrow$  <sup>вне</sup> ~~внутри~~

$$A = P_{\text{изг}} \cdot \Delta V = \sigma \cdot \Delta S$$

$$\Delta V = \frac{4\pi}{3} (R + \Delta R)^3 - \frac{4\pi}{3} R^3 = 4\pi R^2 \Delta R + 4\pi R \Delta R^2 + \frac{4}{3}\pi \Delta R^3 \approx 4\pi R^2 \Delta R$$

$$\Delta S = 4\pi (R + \Delta R)^2 - 4\pi R^2 = 8\pi R \Delta R + 4\pi \Delta R^2 \approx 8\pi R \Delta R$$

$$P_{\text{изг}} \cdot 4\pi R^2 \Delta R = \sigma \cdot 8\pi R \Delta R$$

$$P_{\text{изг}} = \frac{2\sigma}{R}$$

$\rightarrow$  Лапласово давление

$$P = P_A$$

$$P = P_A - \frac{2\sigma}{R}$$

$$P = P_A + \frac{2\sigma}{R}$$

# Билет 6

Упругость твердого тела. Механическое напряжение. Модуль Юнга. Двухмерная механическая деформация.


Сила упругости — сила при деформации тела

$F_{упр} = k|\Delta l|$

полное упругое восстановление ← пластические деформации или невосстановление

деформации: — статическое — кручение  
— сдвиг — изгиб

Механическое напряжение — скалярная физ. вел, равная отношению  $|F_{упр}|$  на  $S$  поперечного к  $S$



$\sigma = \frac{F_{упр}}{S} \quad [\sigma] = \frac{H}{m^2} = 1 \text{ Па} \sim \text{давление}$

## Закон Гука

$\Delta l = l - l_0 \rightarrow$  абсолютное  $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \rightarrow$  относительное

$\sigma = E|\epsilon|$

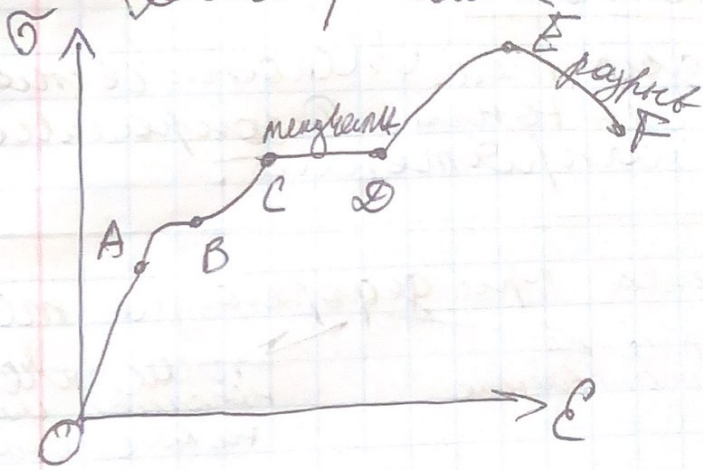
$\frac{F_{упр}}{S} = E \frac{|\Delta l|}{l_0}$

модуль Юнга — физ. вел, характеризующий способность сопротивляться деформации.

$F_{упр} = \frac{E S}{l_0} |\Delta l|$

$\underbrace{\hspace{10em}}_k$

# Диаграмма



OA → ~~неукрепл.~~  
предел прочности  
бетона

AB → предел  
упругости

BC → предел текучести  
геол. материала

CD → предел текучести

DE → предел прочности

F → разрыв