$$\eta = \frac{Q - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{C_p(T_3 - T_4)}{C_p(T_2 - T_1)} = 1 - \frac{T_3 - T_4}{T_2 - T_1} =$$

$$= 1 - \frac{T_3 - T_4}{\frac{T_3 - T_4}{n^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}} = 1 - n^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

Ответ: $1 - n^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

Билет 4

1 Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние

Внесём в уравнение состояния идеального газа $pV_м = RT$ поправки, учитывающие собственный объём молекул и силы межмолекулярного взаимодействия.

Фактический объём реального газа будет $V_м - b$, где b – объём, занимаемый самими молекулами.

Учёт сил межмолекулярного притяжения осуществляется введением дополнительного давления p' на газ, называемого внутренним давлением:

$$p' = \frac{a}{V_м^2}$$, где a – постоянная Ван-дер-Ваальса

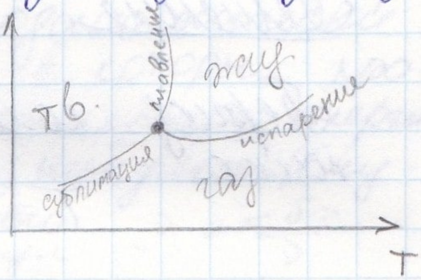
Уравнение Ван-дер-Ваальса для моля газа – уравнение состояния реальных газов

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

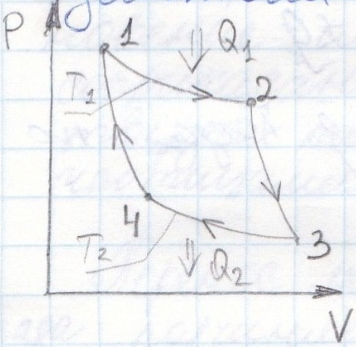
Критическое состояние:

1) предельное состояние равновесия двухфазных систем, в котором обе сосуществующие фазы становятся тождественными по своим свойствам,

2) состояние вещества в точках фазовых переходов II рода. Критическое состояние, являющееся предельным случаем равновесия двухфазных систем, наблюдается в чистых веществах при равновесии жидкость–газ, а в растворах – при фазовых равновесиях газ–газ, жид.–жид., жид.–газ, тв. тело – тв. тело.



2 Цикл Карно. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины



Цикл Карно –
Замкнутый цикл. Для возникновения теплопередачи необходима разность температур
1-2: изотерм. процесс: газ получает тепло Q_1 от нагревателя, расширяясь при $T_1 = const$
2-3: адиабат. процесс: газ расширяется без теплообмена
3-4: изот. процесс: газ отдает тепло холодильнику, сжимается при постоянной температуре $T_2 = const$
4-1: адиаб. пр-с: газ сжимается без теплообмена.

КПД идеальной тепловой машины

Используя уравнение адиабаты, распишем процессы 2-3 и 4-1:

$T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$, $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$ поделим первое на второе:

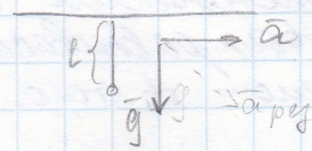
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

Поскольку процессы 1-2 и 3-4 – изотермические, то изменение внутренней энергии = 0, тогда согласно первому началу термодинамики и работе изот. процесса:

$$Q_1 = A_{12} = \frac{m}{M} RT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right), \quad Q_2 = A_{34} = \frac{m}{M} RT_2 \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{\frac{m}{M} RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} - \frac{m}{M} RT_2 \ln\frac{V_3}{V_4}}{\frac{m}{M} RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

~ **3.** Определить период колебаний математического маятника длиной l, подвешенного к потолку вагона, который движется горизонтально с ускорением a.



Решение

Период колебаний математического маятника

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a_{рез}}},$$

где a - результирующее ускорение, равное векторной сумме

$$\bar{a}_{рез} = \bar{a} + \bar{g}$$

В нашем случае вектора $\bar{a} \perp g$. Тогда по теореме Пифагора:

$$a_{рез} = \sqrt{a^2 + g^2}$$

Период колебаний:

$$\underline{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2+g^2}}},}$$

~ **4.** Пуля массой $m = 80$г, летящая со скоростью $v_0 = 800$ м/с пробивает плиту, укреплённую на тележке с колёсами. Общая масса тележки и плиты $M = 12$кг. Скорость пули после пробития плиты равна $v_к = 200$ м/с. Определить энергию, затраченную пулей на пробитие плиты.

Решение: По з-ну сохр. импульса: $m\upsilon_0 = m\upsilon_к + M\upsilon_т$

$\upsilon_т = \frac{m\upsilon_0 - m\upsilon_к}{M} = \frac{m(\upsilon_0 - \upsilon_к)}{M} = \frac{0{,}08 \cdot 600}{12} = 4$ м/с - скорость тележки и плиты после удара пули

$E = \frac{M\upsilon_т^2}{2} = \frac{12 \cdot 16}{2} = 96$ Дж - энергия тележки и плиты после удара

=> пуля потратила и сообщила тележке и плите энергию $E = 96$ Дж