Политропы

$$\frac{dV}{V} + \frac{dP}{P} = \frac{dT}{T}$$

$$n = \gamma = \frac{C_p}{C_v} \text{ — для адиабаты}$$

$$PV^n = const$$

$$TV^{n-1} = const$$

$$n = \frac{C - C_P}{C - C_V}$$

$$A = \frac{P_1 V_1}{n-1}\left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1}\right)$$

Теплоемкость смеси газов:

$$C_{V\text{смеси}} = \frac{\sum \nu_i C_{V_i}}{\sum \nu_i}$$

Скорость звука/истечение газов:

$$c_{\text{зв}} = \sqrt{\left(\frac{(\partial P)}{\partial \rho}\right)_{\text{ад}}} = \sqrt{(\gamma - 1) C_P T} =$$

$$= \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$$

Энтропия:

$$dS = \frac{\delta Q}{T}$$

$$dS = C_V \frac{dT}{T} + R\frac{dV}{V}$$

$$S(T,V) = \nu(C_v \ln T + R \ln V + S_0)$$

$$S(T,P) = \nu(C_P \ln T - R \ln P + S_0)$$

$$\Delta S = \nu(C_V \ln \frac{T}{T_0} + R \ln \frac{V}{V_0})$$

Циклы/машины:

$$Q = \int T dS$$

$$\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$$

Приведенные теплоты:

$$\frac{Q_{\text{н}}}{T_{\text{н}}} = \frac{|Q_{\text{х}}|}{T_{\text{х}}}$$

Термодинамические потенциалы и соотношения

Свободная энергия:

$$\psi(T,V) = F(T,V) = U - TS$$

Энтальпия:

$$I(P,S) = H(P,S) = U + PV$$

Потенциал Гиббса:

$$\Phi(T,V) = G = Z = U - TS + PV$$

$$d\psi = -PdV - SdT$$

$$d\Phi = -SdT + VdP$$

$$dI = TdS + VdP$$

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial V}\right)_T = -P$$

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial T}\right)_V = -S$$

Важнейшие соотношения:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$$

$$C_P - C_V = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

$$P + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = -1$$

Тепловой коэффициент расширения:

$$\alpha = \frac{1}{V_0}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

Изотермическая сжимаемость:

$$\beta_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

Изотермический модуль объемного сжатия:

$$K_T = -V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

Поверхностное натяжение

$$U_{\text{пленки}} = \Pi(\sigma - T\frac{\partial\sigma}{\partial T}$$

$$U_{\text{пузыря}} = 2\Pi(\sigma - T\frac{\partial\sigma}{\partial T} + C_V V \Delta T$$

$$F_{\text{пов.натяжения}} = \sigma l = ES\frac{2\Pi r - l}{l}\frac{\Delta l}{r}$$

Фазовые переходы

$$\Phi = const$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{S_{\text{ж}} - S_{\text{т}}}{v_{\text{ж}} - v_{\text{т}}} = \frac{q_{\text{пп}}}{T(v_{\text{ж}} - v_{\text{т}})}$$

При парообразовании:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{q}{Tv_{\text{пара}}}$$

В окрестности тройной точки:

$$q_{\text{пл}} + \lambda_{\text{исп}} - q_{\text{возг}} = 0$$

Увеличение массы насыщенного пара при увеличении T на ΔT:

$$\Delta m = \frac{PVM}{RT^2}\left(\frac{\lambda M}{RT} - 1\right)\Delta T$$

Гидродинамика

Формула Бернулли:

$$\xi + \frac{P}{\rho} = const$$

$$\frac{v^2}{2} + gh + \frac{P}{\rho} = const$$

Течение газов

$$C_P T + \frac{v^2}{2} = C_P T_0$$

$$c_{\text{зв}} =$$

Газ Ван-дер-Ваальса

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

$$U = C_v T - \frac{a}{V}$$

Политропа:

$$T(V-b)^{n-1} = const$$

Адиабата:

$$n = k = 1 + \frac{R}{C_V}$$

$$\Delta S = C_V \ln\frac{T_2}{T_2} + R\ln\frac{V_2 - b}{V_1 - b}$$

Интегральный эффект Джоуля-Томсона:

$$(C_V + R)(T_2 - T_1) = \frac{bRT_1}{V_1 - b} - \frac{2a}{V_1}$$

Элименты статистической термодинамики

Распределение Максвелла

ВЫТЕКАНИЕ/ВТЕКАНИЕ ГАЗА?

????

Распределение Максвела по модолю скорости:

То есть доля числа частиц имеющих модуль скорсоти между $\mathbf{U}$ и $\mathbf{U} + \mathbf{dU}$ выраженную через функцию распределения $\mathbf{F(U)}$:

1. Трехмерный случай:

$$\frac{dn}{n_0} = f(U_x) \cdot f(U_y) \cdot f(U_z) dU_x \cdot dU_y \cdot dU_z = \left(\frac{m}{2\Pi * k * T}\right)^{3/2} * e^{\left(-\frac{mU^2}{2kT}\right)} \cdot 4\Pi * U^2 dU$$

2. Двумерный случай:

$$\frac{dn}{n_0} = \Psi(U) dU = \frac{m}{kT} \cdot e^{\left(-\frac{mU^2}{2kT}\right)} * U dU$$

Общее

Общие полезные формулы(ДОПИСАТЬ!!)

- Для иделаьонго газа:

$$< U >= \left(\frac{8kT}{\pi m} = \frac{8RT}{\pi M}\right)$$

- Для иделаьонго газа:

$$< U >= \left(\frac{8kT}{\pi m} = \frac{8RT}{\pi M}\right)$$

Полезные интегралы:

$$\int\limits_{-\infty}^{+\infty} e^{-\gamma \cdot x^2} dx = \sqrt{\frac{\Pi}{\gamma}} \tag{0.1}$$

$$\int\limits_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot e^{-\gamma \cdot x^2} dx = \frac{1}{2\gamma} \cdot \sqrt{\frac{\Pi}{\gamma}} \tag{0.2}$$

$$\int\limits_{0}^{+\infty} x \cdot e^{-\gamma \cdot x^2} dx = \frac{1}{2\gamma} \tag{0.3}$$

$$\int\limits_{0}^{+\infty} x^3 \cdot e^{-\gamma \cdot x^2} dx = \frac{1}{2\gamma^2} \tag{0.4}$$

$$\int\limits_{0}^{+\infty} x^5 \cdot e^{-\gamma \cdot x^2} dx = \frac{1}{\gamma^3} \tag{0.5}$$