

Задача 1 Выяснить, как меняется энтропия однородной системы при её квазистатическом расширении системы при постоянном давлении, и связать её с коэффициентами теплового расширения $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$.

Задача 2 Найти $C_p - C_v$ для системы с неизменным числом частиц.

Задача 3 Выяснить, у каких систем теплоёмкость C_p не зависит от объема системы.

Задача 4 Выяснить, у каких систем теплоёмкость C_p не зависит от давления.

Задача 5 Найти уравнение состояния системы, для которой выполняются условия $\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = 0$, $\left(\frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = 0$.

Задача 6 Доказать тождество $\left(\frac{\partial U}{\partial P} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P + \frac{T}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P^2$.

Задача 7 Доказать тождество $\left(\frac{\partial U}{\partial P} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - \frac{T}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P^2$.

Задача 8 Используя уравнение неразрывности $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{v}) = 0$ и уравнение движения идеальной жидкости $\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\nabla P$, выразить в линейном по возмущениям приближении скорость звука в такой системе через энтермический модуль всестороннего сжатия $K_T = \rho \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_T$.

Задача 9 Связать изменение температуры при изменении плотности жидкости в звуковой волне со скоростью распространения звука.

Задача 10 Термодинамическая система расширяется таким образом, что её внутренняя энергия U остаётся постоянной. Как изменится температура системы? $\left(\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_U - \beta \right)$ Будет ли такой процесс обратимым?

Задача 11 Для длинны объема диэлектрика с постоянной плотностью найти $C_p - C_v$ однородного изотропного диэлектрика.

Задача 12 Для длинны объема диэлектрика с постоянной плотностью найти $C_p - C_v$ однородного изотропного диэлектрика.

Задача 13 Вычислить скорость звука в идеальном газе и газе Ван-дер-Ваальса, исходя из его термодинамического определения $\Gamma_s = \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_S$.

Задача 14 Найти разность $C_p - C_v$ для газа Ван-дер-Ваальса.

Задача 15 Пользуясь выражением для энтропии идеального газа, найти внутреннюю энергию идеального газа в своих переменных S и V .

Задача 16 Найти критические параметры и записать уравнение состояния Ван-дер-Ваальса в безразмерных переменных $\tilde{P}, \tilde{V}, \tilde{T}$.

Задача 17 Найти критические параметры и записать 1 уравнение Диперри $P(V-b) = RT e^{\frac{a}{V^2}}$ в безразмерных переменных $\tilde{P}, \tilde{V}, \tilde{T}$.

Задача 18 Найти критические параметры и записать второе уравнение Диперри $\left(P - \frac{a}{V^2} \right) (V-b) RT \exp \left(-\frac{a}{RTV} \right)$ в безразмерных переменных $\tilde{P}, \tilde{V}, \tilde{T}$.

Задача 19 Найти критические параметры для уравнения Бергто $\left(P - \frac{a}{V^2} \right) (V-b) RT e^{\frac{a}{V^2}}$ в безразмерных переменных $\tilde{P}, \tilde{V}, \tilde{T}$.

Задача 20 Получить выражение для теплоёмкости C_v в переменных T, V, a, b .

Задача 21 Найти свободную энергию газа Ван-дер-Ваальса.

Задача 22 Моль идеального газа находится в неограниченном сверху цилиндре, помещенном в однородном поле силы тяжести. Вычислить теплоёмкость газа.

Задача 23 Определить теплоёмкость идеального газа в процессе $PV^2 = const$.

Задача 24 Определить теплоёмкость идеального газа в процессе $P^2 V = const$.

Задача 25 Определить теплоёмкость идеального газа в процессе $\frac{P}{T} = const$.

Задача 26 Объясните причину понижения температуры тропосферы с высотой, считая воздух идеальным газом, вычислить высотный градиент температуры в атмосфере.

Задача 27 Найти η ДВС, работающего по циклу Отто, в котором сжатие и расширение горючей смеси происходят адиабатно, а ее горение происходит при постоянном объеме (1-2, 3-4 – адиабата, 2-3, 4-1 – изохора). Параметром цикла является степень сжатия $\epsilon = V_1/V_2$.

Задача 28 Найти η ДВС, работающего по циклу Дизеля, диаграмма которого: 1-2 – адиабатическое сжатие атмосферного воздуха, 2-3 – изобарное расширение (выпуск горючей смеси и ее сгорание), 3-4 – адиабатическое расширение; 4-1 – изохорное охлаждение. Параметрами цикла являются: степень сжатия $\epsilon = V_1/V_2$ и степень предварительного расширения $\rho = V_3/V_2$.

Задача 29 Найти η цикла Ленуара, состоящего из изохорного – 1-2, адиабатного – 2-3 и изобарного – 3-1 процессов. Параметром цикла является степень повышения давления $\delta = P_2/P_1$.

Задача 30 Получить выражение для энтропии газа Ван-дер-Ваальса, найти внутреннюю энергию газа Ван-дер-Ваальса в своих переменных S, V .

Задача 31 Выразить произвольную $\left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{T,V}$ через легко измеримые величины.

Задача 32 Система состоит из N частиц одного сорта. Доказать утверждение: $\left(\frac{\partial U}{\partial N} \right)_{T,P} - \mu = -T \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_{P,N}$.

1) $\left(\frac{\partial N}{\partial T} \right)_{P,\mu,T} = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial U}{\partial N} \right)_{T,P} \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{T,P}$.

2) $\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_{P,\mu,T} - \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_{P,N} = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial U \right)^2_{T,P} \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{T,P}$.

3) $\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_{P,\mu,T} = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial U \right)^2_{T,P} \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{T,P}$.

Задача 33 Вычислить изменение температуры газа в результате процесса Джоули – Томсона. $\left(\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H - \beta \right)$ Рассмотреть случай идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса.

Задача 34 Определить условие равновесия двух фаз вещества, т.е. двухфазной двухкомпонентной системы, когда каждая компонента входит в состав только одной фазы (вода-ледоснег).

Задача 35 Найти уравнение кривой инверсии в переменных \tilde{P}, \tilde{T} для газа Ван-дер-Ваальса.

Задача 36 Для идеального газа известна теплоёмкость $C_v = N(T) \left(\frac{N}{T} \right)$ - число молекул. Найти свободную энергию F , внутреннюю энергию U , энтропию S и химический потенциал μ .

Задача 37 Найти выражение для плотности внутренней энергии U однородного изотропного диэлектрика.