1. Термодинамическая энтропия. Закон возрастания энтропии в замкнутой системе. Термодинамическая энтропия: Энтропия — это мера беспорядка или неопределенности в системе. В термодинамике она обычно обозначается как S и является функцией состояния системы. В замкнутой системе $dS \geq 0$

Стоячая волна. Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности. Стоячая волна — это волна, которая кажется неподвижной в пространстве из-за интерференции волн, идущих в противоположных направлениях. Уравнение стоячей волны: $\xi(x, t) = 2A\cos(kx)\cos(\omega t)$, где y - амплитуда волны, x - координата точки на трубе, t - время, A - амплитуда колебаний, k - волновое число, ω - угловая частота. Узел – это точка, где амплитуда стоячей волны равна нулю. Пучность – это точка, где амплитуда стоячей волны максимальна.

2. Основное уравнение МКТ идеального газа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Основное уравнение (МКТ) идеального газа: $p = 1/3\ m0\ n\ V^2$, где: p — давление газа, V — скорость молекул, m_0 — масса молекулы, n — концентрация молекул. Средняя кинетическая энергия: $E_{кин} = 3/2\ kT$, $k = 1.38\times10^{-23}$ Дж/К (постоянная Больцмана), T – температура.

Постулаты специальной теории относительности (СТО). Область применимости СТО. Постулат 1: Принцип относительности. Законы физики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета. Это означает, что никакие физические наблюдения не могут различить, находится ли система в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Постулат 2: $c = const = 3*10^8$ м/с. СТО применима в случаях, когда скорости объектов близки к скорости света или когда необходимо учитывать эффекты, связанные с высокой скоростью.

3. Определение числа степеней свободы механической системы. Число степеней свободы молекул идеального газа. Равномерное распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Степени свободы — это независимые параметры, которые определяют положение или состояние системы. Для одноатомного газа (например, неона, аргона): 3 поступательных степени свободы (движение вдоль осей x, y, z). Для двухатомного газа (например, кислорода, азота, CO2): 3 поступательных степени свободы. 2 вращательных степени свободы (вокруг осей, перпендикулярных линии связи атомов). Итого: 5. Для многоатомного газа 3 поступательных степени свободы. 3 вращательных степени свободы. Итого: 6. Теорема о равнораспределении. Для f степеней свободы: $\langle E\rangle = f/2 * kT$. Внутренняя энергия идеального газа: $f/2\ \boldsymbol{\nu} RT$

Понятия плоских и сферических волн. Уравнение сферической волны. Плоская волна — это волна, фронт которой представляет собой плоскость, и все точки на этом фронте колеблются в одинаковой фазе. Уравнение плоской волны в одномерном случае может быть записано как: $\xi(x,t) = A\cos(\omega t - kx + \phi)$ Сферическая волна распространяется во всех направлениях от источника, образуя сферические фронты. Уравнение сферической волны выглядит как: $\xi(r,t) = A/r * \cos(\omega t - kr + \phi)$, r — радиус от центра волны, A — амплитуда, ω — угловая частота, k — волновое число, ϕ — фаза.

4. Принцип Ле Шателье — Брауна: Этот принцип гласит, что если на систему в равновесии воздействовать внешним фактором (например, изменение концентрации, давления, температуры и т.д.), то система будет стремиться сместить равновесие в направлении, которое противодействует этому воздействию.

Одномерное волновое уравнение для продольной упругой волны в твердом теле. Общий вид волнового уравнения. Одномерное волновое уравнение: Для продольной упругой волны в твердом теле волновое уравнение в одномерном случае записывается как: $\partial^2 u/\partial t^2 = v^2 * \partial^2 u/\partial x^2$, u(x,t) — смещение частицы от положения равновесия в точке x в момент времени t, v — скорость распространения волны. Общий вид волнового уравнения: В общем виде волновое уравнение в трех измерениях записывается как: $\partial^2 u/\partial t^2 = v^2\nabla^2 u$, где ∇^2 — оператор Лапласа.

5. Третье начало термодинамики (теорема Нернста): при стремлении абсолютной температуры к нулю энтропия любой идеально кристаллической системы также стремится к нулю: $\lim_{T\to 0} S = 0$

Кинетическая энергия релятивистской частицы. Полная энергия и энергия покоя в СТО. $E_{кин} = E_{полн} - E_{покоя}$. $E_{полн} = \gamma\ mc^2$, $E_{покоя} = mc^2$, $E_{кин} = (\gamma-1) * mc^2$.

6. Понятия квазистатических, обратимых и необратимых процессов. Квазистатический процесс: это процесс, который происходит настолько медленно, что система всегда находится близко к равновесию. В результате такого медленного изменения система проходит через бесконечное число состояний равновесия. Обратимый процесс: это процесс, который можно инвертировать, вернув систему в исходное состояние без потери энергии. Необратимый процесс: это процесс, который нельзя инвертировать без потерь энергии.

Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Адиабатический процесс: это процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой (Q = 0, U = Q + A = 0 + A = A). В адиабатическом процессе изменение внутренней энергии системы происходит только за счет работы и теплообмена с другими частями системы. Уравнение Пуассона: PV^ γ = const где P — давление, V — объем, γ — показатель адиабаты (Cp/Cv).

7. Выражение для импульса в СТО. Основное уравнение релятивистской динамики. Выражение для импульса в СТО: $P = \gamma * mv = mv/\mathrm{sqrt}(1-v^2/c^2)$. Основное уравнение релятивистской динамики: F = dP/dt.

Идеальная тепловая машина. Теорема Карно (1-ая теорема Карно). КПД цикла Карно. Идеальная тепловая машина — это тепловая машина, которая работает по обратимому циклу Карно (2 изотермы и 2 адиабаты) и не имеет потерь энергии на трение и теплообмен с окружающей средой. Теорема Карно утверждает, что тепловая машина, работающая по обратимому циклу Карно, имеет максимально возможный КПД для данного диапазона температур рабочего тела. КПД цикла Карно: η=1−Тх/Тн, где Тх— температура холодильника, Тн — температура нагревателя.

8. Понятие эффективного диаметра молекулы. Вывод формулы для длины свободного пробега молекул идеального газа. Эффективный диаметр молекулы — это характеристика, используемая в моделях газов, которая учитывает влияние молекулярных размеров на взаимодействие между молекулами. Длина свободного пробега — это среднее расстояние, которое проходит молекула между столкновениями в газе. Для идеального газа длина свободного пробега λ = 1/(nσ), где n - число молекул в единице объема, σ - сечение столкновения. n = N/V, где N - общее число молекул, V - объем. $\sigma = \pi d^2$, где d – эффективный диаметр молекулы. $\lambda = 1 / (N/V * \pi d^2) = V / (\pi N d^2)$.

Понятия плоских и сферических волн. Уравнение сферической волны. В НОМЕРЕ 3.

9. Принцип Ле Шателье - Брауна. В НОМЕРЕ 4

Преобразования Лоренца для координат и времени. Из K в K’: x’ = γ(x-ut), y’ = y, z’ = z, $t' = \gamma(t - x*u/c^2)$. Из K’ в K: x = (x’+ut’), y = y’, z = z’, $t = \gamma(t' + x'*u/c^2)$. K – неподвижная С.О., K’ движется со скоростью u.

10. Третье начало термодинамики. В НОМЕРЕ 5.

Преобразование компонент скорости при переходе в другую систему отсчета в СТО: Движение вдоль оси x со скоростью u: $V_x' = (V_x - u) / (1 - u V_x/c^2)$. $V_y = V_y / \gamma(1 - u V_x/c^2)$.

11. Уравнение плоской гармонической волны. Характеристики волны: период, частота, длина волны, волновое число и волновой вектор. Единицы измерения этих величин в СИ. Уравнение плоской гармонической волны: $\xi(x, t) = A\cos(\omega t - \omega x/ V_\phi) = A\cos(\omega t - kx)$, где A – амплитуда [м], ω – угловая частота [рад/с], t – время [с], x – координата [м], k – волновое число [1/м], V_ϕ – фазовая скорость [м/с]. Волновой вектор k – это вектор, указывающий направление распространения волны и имеющий длину, равную волновому числу k [1/м].

Первое начало термодинамики. Работа, совершаемая телом при изменении объёма. Работа идеального газа при изотермическом процессе. Первое начало термодинамики: ΔU = Q + A, где ΔU - - изменение внутренней энергии системы, Q - количество теплоты, переданной системе, A - работа, совершённая над системой. A = −∫ от V_1 до V_2 PdV, где: A - работа, P - давление газа, V_1 и V_2 начальный и конечный объём газа. Для идеального газа PV=nRT, где n - количество вещества (моль), R - универсальная газовая постоянная (8,31). При изотермическом процессе T =const. Поэтому P = nRT/V. Подставляя это выражение для P в формулу для работы A, получаем: $A = -nRT*\ln(V_2/V_1)$.

12. Понятия плоских и сферических волн. Уравнение сферической волны. В НОМЕРЕ 3

Основное уравнение МКТ идеального газа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. В НОМЕРЕ 2

13. Одномерное волновое уравнение для продольной упругой волны в твёрдом теле. Общий вид волнового уравнения. Волновое уравнение для одномерного случая – вдоль координаты X: $\partial^2 \xi / \partial t^2 = V_\phi{}^2 * \partial^2 \xi / \partial x^2$, где V_ϕ – фазовая скорость.

Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Клаузиус: нельзя передать тепло от холодного тела к горячему. Томпсон: нет такого циклического процесса, который всё тепло Q превращает в работу A (т.е. нельзя создать вечный двигатель II-го рода).

14. Объёмная плотность энергии упругой волны. Вектор Умова (вектор плотности потока энергии). w – объёмная плотность энергии. $w = A^2 \rho\omega^2 \sin^2(\omega t - kx)$. Средняя плотность энергии $\langle w \rangle = A^2\rho\omega^2/2$, где ρ – плотность среды, A – амплитуда, ω – угловая частота. Вектор Умова: $j = \omega V$, где V – скорость фронта волны.

Понятия квазистатических, обратимых и необратимых процессов. В НОМЕРЕ 6.

15. Стоячая волна. Уравнение стоячей волны (вывод из уравнения бегущей волны). Узлы и пучности. В НОМЕРЕ 1.

Теплоёмкость идеального газа в изохорическом и изобарическом процессах. Уравнение Майера. Теплоёмкость при постоянном объеме (изохорический процесс): $Cv = dQ/dT$ при $V = const$. Теплоёмкость при постоянном давлении (изобарический процесс): $Cp = dQ/dT$ при $P = const$. Уравнение Майера: $Cp – Cv = R = 8{,}31$.

16. Постулаты специальной теории относительности (СТО). Область применимости СТО. В НОМЕРЕ 2.

Адиабатический процесс. Вывод уравнения Пуассона для идеального газа на основе известных формул для Cp и Cv. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Адиабатический процесс: это процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой. В адиабатическом процессе изменение внутренней энергии системы происходит только за счет работы и теплообмена с другими частями системы. Уравнение Пуассона: $PV\^\ \gamma = const$ где P — давление, V — объем, γ — показатель адиабаты (Cp/Cv). Вывод: $Cp – Cv = R$, $Q = 0$ при адиабатическом процессе. $Cp * \Delta t = Cv * \Delta t + A$. $A = -nRT * \int$ от V_1 до V_2 $dV / V = -nRT*\ln(V_2/V_1)$. Подставляем: $R = -nRT*\ln(V_2/V_1)$, отсюда $V_2/V_1 = \exp(-1/n)$. $V_2/V_1 = (P_1/P2)\^(1/ \gamma)$, где γ – показатель адиабаты. Отсюда $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma = const$ – уравнение Пуассона для адиабатического процесса.

17. Преобразования Лоренца для координат и времени. В НОМЕРЕ 9.

Тепловая машина (блок-схема). КПД тепловой машины. Нагревательное устройство (Qн) → Тепловая машина → Холодильное устройство (Qх). Здесь Qн – теплота, поступающая в машину из нагревателя, Qх – теплота, отводимая из машины в холодильник. Их разница: Qн – Qх = A – работа тепловой машины. КПД: η = A/Qн = (Qн – Qх)/Qн = 1 – Qх/Qн.

18. Вывод из преобразований Лоренца выражений для изменения промежутка времени между событиями в СТО и Лоренцева сокращения длины. l – расстояние между двумя событиями в системе отсчёта K, l’ – в K’. $l = x2 – x1$. $l' = x2' – x1' = \gamma(x2 - ut) – \gamma(x1 – ut) = \gamma(x2 – x1) = \gamma l > l$ – Лоренцево сокращение длины. Из преобразований Лоренца: $t' = \gamma\ (t – ux/c^2)$, аналогично предыдущим преобразованиям $\Delta t = \gamma\ \Delta t'$ – Лоренцево замедление времени.

Теорема Карно (1-ая теорема Карно). Термодинамическая шкала температур. 1-я теорема Карно: КПД цикла Карно зависит только от Tн и Tх. Термодинамическая шкала температур — это шкала, которая измеряет температуру в системе отсчёта, используя теорему Карно. Она определяется следующим образом: при фиксировании двух произвольных температур T_1 и T_2 (например, температур кипения и температуре плавления воды), устанавливается, что соответствующие им тепловые машины имеют одинаковый КПД. Таким образом, термодинамическая шкала температур определяется относительно эффективности работы тепловых машин при различных температурах.

19. Преобразование компонент скорости при переходе в другую систему отсчета в СТО. В НОМЕРЕ 10.

Уравнение Ван-дер-Ваальса и область его применимости. $(P + a/V^2)(V-b) = RT$, где P – давление, V – объём, T – температура, a и b - параметры Ван-дер-Ваальса, которые характеризуют молекулярные взаимодействия и объёмные эффекты соответственно. Область применимости уравнения Ван-дер-Ваальса включает условия, при которых идеальное газовое уравнение PV = nRT уже не обеспечивает достаточной точности описания поведения газа. Обычно это относится к условиям высокого давления и низкой температуры, когда молекулярные взаимодействия становятся значительными и объём молекул становится сравнимым с объёмом газа. Таким образом, уравнение Ван-дер-Ваальса применяется для описания поведения газов в условиях, близких к критическим, а также при описании конденсированных фаз вблизи их критических точек.

20. Интервал между событиями в СТО. Инвариантность интервала. $(S_{12})^2 = c^2*(t_{12})^2 – (l_{12})^2 = (S'_{12})^2$. S – интервал между событиями 1 и 2. S = inv (не зависит от системы отсчёта).

Понятие политропического процесса. Примеры. Политропический процесс — это термодинамический процесс при Q = const, характеризующийся изменением внутренней энергии газа при изменении его объёма и давления по закону. $PV^n = const$, где n – политропический показатель. n = 1 – изобарный процесс, примером может служить процесс нагрева или охлаждения газа при постоянном давлении, например, кипение воды в открытом сосуде. n = γ – адиабатический процесс, например, адиабатическое расширение воздуха в поршневом двигателе или вентиляторе. При прочих n будет политропический процесс. Такие процессы могут иметь место, например, в сложных тепловых системах, включая системы с двигателями внутреннего сгорания или газотурбинные установки.

30. Неравенство Клаузиуса. Равенство Клаузиуса. Неравенство Клаузиуса: сумма всех Q_i/T_i (всех приведённых теплот) ≤ 0 (в пределе, $\oint dQ/T \leq 0$). Равенство Клаузиуса: если тепловая машина обратима, то сумма всех Q_i/T_i = 0 (в пределе, $\oint dQ/T = 0$). $dS = dQ/T$ — это энтропия системы.

ОСТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ УЖЕ БЫЛИ РАНЕЕ, ИЩИТЕ СРЕДИ ДРУГИХ ВАРИАНТОВ.