

Содержание

1	2
1.1 Термическое и калорическое уравнения состояния термодинамической системы	2
1.2 Запись с их помощью 1-го начала термодинамики (для элементарного и для произвольного термодинамического процесса)	2
2	2
2.1 Теплоёмкость	2
2.2 Зависимость теплоёмкостей идеального газа c_p и c_v от типа молекулы, связь между ними (уравнение Майера)	2
2.3 Термическое и калорическое уравнения состояния идеального газа	3
3	3
3.1 Политропический процесс с идеальным газом	3
3.2 Уравнение Пуассона	3
4 Скорость звука в идеальном газе	4
5 Тоже не готово , как и предыдущее все	4
5.1 Энтропия	4
5.2 2-е начало термодинамики для равновесных (обратимых) и неравновесных (необратимых) процессов в термодинамической системе	5
5.3 Изменение энтропии идеального газа в результате перехода между его равновесными состояниями	5
6 Пока не сделано	5
6.1 Термодинамические функции	5
6.2 Метод получения соотношений Максвелла	5
7 Пока не сделано	5
7.1 Фазовые переходы (I и II родов)	5
7.2 Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его физический смысл	6

1

1.1 Термическое и калорическое уравнения состояния термодинамической системы

Что бы из общих термодинамических соотношений получать конкретные результаты необходимо знать **термическое уравнение состояния**:

$$f(P, V, T) = 0 \quad (1)$$

Так же необходимо знать внутреннюю энергию тела как функцию параметров, определяющих его состояние, – это есть **Калорическое уравнение состояния**:

$$f(P, V, T) = 0 \quad (2)$$

1.2 Запись с их помощью 1-го начала термодинамики (для элементарного и для произвольного термодинамического процесса)

я хз как записать термическое и калорическое, надо посмотреть у алексашиной

2

2.1 Теплоёмкость

Обозначается обычно C и есть отношение бесконечно малого количества теплоты δQ , полученного телом к соответствующему приращению dT его температуры:

$$C = \frac{\delta Q}{dT} \quad (3)$$

Также сразу отметим связь между молярной $c_\nu = C/\nu$ и удельной $c_m = C/m$ теплоёмкостями.

2.2 Зависимость теплоёмкостей идеального газа c_p и c_v от типа молекулы, связь между ними (уравнение Майера)

Молекулы можно охарактеризовать степенями свободы – характеристики движения механической системы. Число степеней свободы определя-

ет минимальное количество независимых переменных (обобщённых координат), необходимых для полного описания движения механической системы. Обозначим это число за i . Тогда: $c_p = \frac{i+2}{2} \cdot R$ и $c_v = \frac{i}{2} \cdot R$. Отметим сразу, что показатель адиабаты (коэффициент Пуассона есть – $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{i+2}{i}$.

Уравнение Майера: $c_p = c_v + R$

2.3 Термическое и калорическое уравнения состояния идеального газа

Итак, записав первое начало термодинамики $Q = \Delta U + A$, получим, что для одного моля идеального газа термическим уравнением будет являться $PV = RT$ – уравнение Менделеева-Клайперона.

как записать калорическое – я хз

3

3.1 Политропический процесс с идеальным газом

Политропический процесс – процесс протекающей при постоянной теплоёмкости: $C = const$. В случае идеального газа имеем:

$$CdT = c_v dT + \frac{\nu RT}{V} dV \quad (4)$$

$$PV^n = const$$

Где $n = \frac{C-c_p}{C-c_v}$ и называется показателе политропы.

Рассмотрим частные случаи

Название процесса	Теплоёмкость	n	Уравнение
Адиабатический	$C = 0$	$n = \gamma$	$PV^\gamma = const$
Изобарический	$C = c_p$	$n = 0$	$P = const$
Изохорический	$C = c_v$	$n = 1$	$V = const$
Изотермический	$C = \infty$	$n = 1$	$T = const$

3.2 Уравнение Пуассона

Если теплоёмкости c_p и c_v не протически не меняются в широком диапазоне температур, то тогда $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = const$, и интегрируя несколько преобразованное уравнение Менделеева-Клайперона получаем **уравнение Пуассона**

$$PV^\gamma = const$$

4 Скорость звука в идеальном газе

Так как газы обладают упругостью объёма, а не формы, то в них могут распространяться только продольные волны (но не поперечные и не сдвиговые) волны разрежения-уплотнения. $c_{звук} = \sqrt{\partial P / \partial \rho}$. Или же представим в виде.

$$c_{звук} = \sqrt{\gamma P / \rho} = \sqrt{\gamma R T / \mu}$$

5 Тоже не готово , как и предыдущее все

Изменение энтропии идеального газа в результате перехода между его равновесными состояниями.

5.1 Энтропия

Допустим, что круговой процесс, совершаемый системой – квазистатический. Неравенство Клаузиуса

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

Теперь температура самого тела равна температуре окружающей среды T . Для квазистатического процесса неравенство Клаузиуса превращается в равенство

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

На этом равенстве и введено понятие энтропии S .

Энтропия системы есть функция состояния определенная с точностью до произвольной постоянной. Разность энтропий в двух равновесных состояниях 2 и 1, по определению, равна приведенному количеству, которое надо сообщить системе, чтобы перевести её из состояния 1 в состояние 2:

$$S_1 - S_2 = \int_{1 \rightarrow 2 (kvazistat)} \frac{\delta Q}{T}$$

Для дифференциала имеем

$$dS = \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{kvazistat}$$

5.2 2-е начало термодинамики для равновесных (обратимых) и неравновесных (необратимых) процессов в термодинамической системе

Приведем две формулировки, которые эквивалентны.

Формулировка Клаузиуса. Невозможен круговой процесс, единственным результатом которого был бы переход тепла от более холодного тела к более нагретому. (Топа переход, без какой либо внешней работы).

Формулировка Томпсона. Невозможен круговой процесс, единственным результатом которого было бы совершение работы за счет теплоты, взятой от какого-либо тела. (Короче, невозможна машина Томпсона (машина которая берет тепло из нагревателя и всё нго на работу спихивает, холодильника, вообще, нет)).

тепловая машина – устройство, которое преобразует теплоту в работу или обратно и действует строго периодически, т. е. после завершения цикла возвращается в исходное состояние.

5.3 Изменение энтропии идеального газа в результате перехода между его равновесными состояниями

Из татради овчинкина переписать

6 Пока не сделано

6.1 Термодинамические функции

Объединённое уравнение 1-го и 2-го начал термодинамики для равновесных процессов и последовательная «цепочка» термодинамических функций (внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, термодинамический потенциал Гиббса).

6.2 Метод получения соотношений Максвелла

7 Пока не сделано

7.1 Фазовые переходы (I и II родов)

Фазовые превращения, при которых первые производные функции $\mu(T, P)$ (химический потенциал $\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial N}\right)_{S, V}$) меняются скачкообразно, называ-

ются фазовыми превращениями **первого рода**. Поскольку $v = \left(\frac{\partial \mu}{\partial P}\right)_T$

Фазовые превращения при которых первые производные одной и той же функции остаются непрерывными, а вторые меняются скачкообразно, называются фазовыми превращениями **второго рода**.

Фазой называется макроскопическая физически однородная часть вещества, отделенная от остальных частей системы границами раздела, так , что она может быть извлечена из системы механическим путём.

Например, если в сосуде находится вода и водяной пар то система двухфазная, и т. д. В системе может быть несколько твердых и жидких фаз. Но не может содержать более одной газообразной фазы, ибо все газы смешиваются между собой.

7.2 Уравнение Клапейрона-Клаузиса и его физический смысл